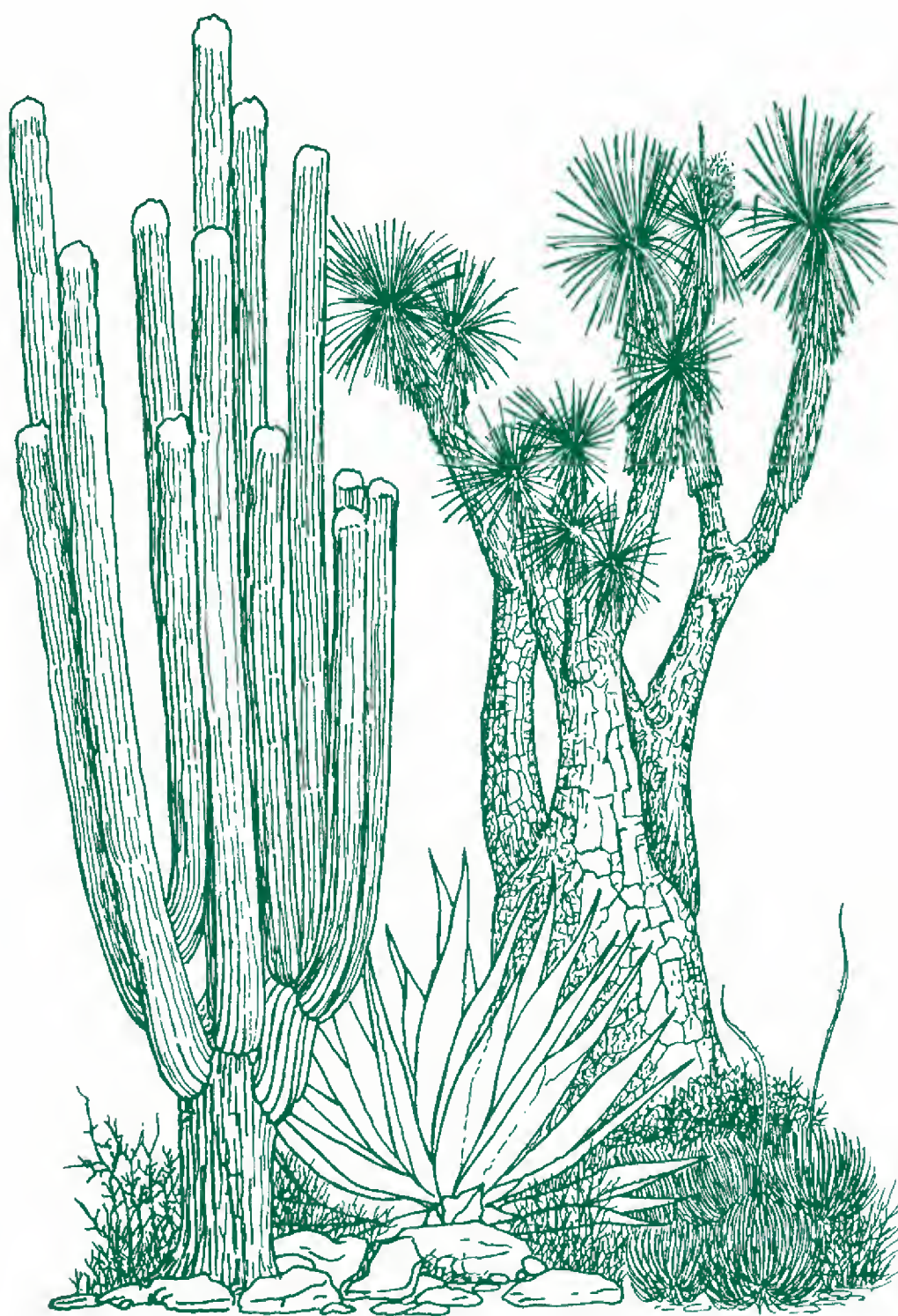

FLORA DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Fascículo 94. **CHLOROPHYTA**



INSTITUTO DE BIOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

2012

Instituto de Biología

Director

Victor Manuel G. Sánchez-Cordero Dávila

Secretario Académico

Atilano Contreras Ramos

Secretaria Técnica

Noemí Chávez Castañeda

COMITÉ EDITORIAL

Editora

Rosalinda Medina Lemos

Editores Asociados

J. Gabriel Sánchez Ken

Abisaí García Mendoza

Salvador Arias Montes

Cualquier asunto relacionado con esta publicación, favor de dirigirse a la Editora:
Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Apartado postal 70-233,
C.P. 04510 México, D. F. Correo electrónico: rmedina@ibiologia.unam.mx

FLORA DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Fascículo 94. **CHLOROPHYTA** Pascher
Eberto Novelo*

*Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México



INSTITUTO DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

2012

Primera edición: 2 de abril de 2012
D.R. © 2012 Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Biología. Departamento de Botánica

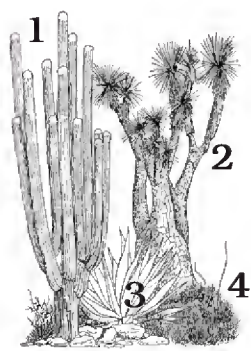
ISBN 968-36-3108-8 Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán
ISBN 978-607-02-3078-3 Fascículo 94



Este fascículo se publica gracias al
apoyo económico recibido de la
Comisión Nacional para el Conocimiento y
Uso de la Biodiversidad.

Dirección del autor:

Algas Continentales. Ecología y Taxonomía.
Departamento de Biología Comparada,
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
Ap. Postal 70-474. Copilco, Coyoacán, México, D.F. México.



En la portada:

1. *Mitrocereus fulviceps* (cardón)
 2. *Beaucarnea purpusii* (soyate)
 3. *Agave peacockii* (maguey fibroso)
 4. *Agave stricta* (gallinita)
- Dibujo de Elvia Esparza

CHLOROPHYTA^{1, 2} Pascher

Eberto Novelo

Bibliografía. Bold, H.C. & M.J. Wynne. 1978. *Introduction to the algae. Structure and reproduction*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 706 p. Bourrelly, P. 1972. *Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. I. Les algues vertes*. N. Boubée et Cié., Paris. 572 p. Bourrelly, P. 1988. *Compléments. Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. I. Les algues vertes*. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 182 p. Brodie, J. & J. Lewis. 2007. *Unravelling the algae. The past, present, and future of algal systematics*. Boca Raton: CRC Press. 376 p. Dillard, G.E. 1989. *Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 1. Chlorophyceae: Volvocales, Tetrasporales and Chlorococcales*. Berlin: J. Cramer. 284 p. Dillard, G.E. 1989. *Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 2. Chlorophyceae: Ulotrichales, Microsporales, Cyliodrocapsales, Sphaeropleales, Chaetophorales, Cladophorales, Schizogoniales, Siphonales and Oedogoniales*. Berlin-Stuttgart: J. Cramer. 245 p. Dillard, G.E. 1990. *Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 3. Chlorophyceae: Zygnematales: Zygnemataceae, Mesotaeniaceae and Desmidiaceae (Section 1)*. Berlin-Stuttgart: J. Cramer. 274 p. Dillard, G.E. 1991. *Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 4. Chlorophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae (Section 2)*. Berlin-Stuttgart: J. Cramer. 309 p. Ettl, H. 1980. *Grundriss der allgemeinen Algologie*. Jena: Gustav Fischer. 549 p. Ettl, H. & G. Gärtner. 1988. *Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales*. Stuttgart: Gustav Fischer 436 p. Ettl, H. & G. Gärtner. 1995. *Syllabus der Boden-, Luft- und Fichtenalgen*. Stuttgart-Jena-New York: Gustav Fischer. 721 p. Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, <http://www.algaebase.org> (último acceso 31 de enero de 2012). Hoek, C. van den, D.G. Mann & H.M. Jahns. 1995. *Algae. An introduction to Phycology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ilustrado por Eberto Novelo

¹ Dentro del plan original de esta Flora se contempló trabajar únicamente a las Plantas Vasculares, sin embargo, las Algas Continentales han sido estudiadas durante varias décadas en esta región semiárida. Como resultado de estas investigaciones se ha generado información valiosa a cerca de estos organismos y sobre la gran riqueza que de ellos existe, la cual forma parte también de la flora. Una flora microscópica que puede ocupar áreas y volúmenes considerables en los ambientes acuáticos. Por esta razón se considera importante publicar dentro de esta serie tres fascículos sobre la biodiversidad de este grupo. En este segundo fascículo se incluyen 25 familias, 35 géneros y 50 especies.

Se proporciona ilustraciones para cada una de las especies, un mapa con las localidades muestreadas y un glosario.

La evaluación y revisión fue realizada por los Drs. Ma. Esther Meave del Castillo y Abel Senties Granados de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, a quienes agradecemos su cuidadoso trabajo.

² Este fascículo se publica gracias al apoyo económico recibido de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

576 p. Irvine, D.E.G. & D.M. John. 1984. *Systematics of the green algae*. London: Academic Press. 449 p. John, D.M., B.A. Whitton, & A.J. Brook. 2002. *The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. British Phycological Society, The Natural History Museum London. Cambridge: Cambridge University Press. 702 p. Lemmermann, E., J. Brunnthaler & A. Pascher. 1915. *Chlorophyceae II. Tetrasporales, Protococcales, einsellige Gattungen unsicherer stellung*. Jena: Gustav Fischer. 250 p. Mattox, K.R. & K.D. Stewart. 1984. Classification of the green algae. A concept based on comparative cytology. In: D.E.G. Irvine & D.M. John. (eds.) *Systematics of the green algae*. London: Academic Press. pp. 29-72. Melkonian, M. 1991. Systematics and evolution of the algae. In: H.D. Behnke, K. Esser, K. Kubitzki, M. Runge, & H. Ziegler. (eds.) *Progress in Botany. Structural Botany, Physiology, Genetics, Taxonomy, Geobotany*. Heidelberg: Springer-Verlag. pp. 271-307. Novelo, E. 1998. Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Doctorado (Biología) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 599 p. Pickett-Heaps, J.D. & H.J. Marchant. 1972. The phylogeny of the green algae: a new proposal. *Cytobios* 6: 255-264. Pickett-Heaps, J.D. 1975. *Green algae: structure, reproduction and evolution in selected genera*. Sunderland: M.A. Sinauer Assoc. 606 p. Silva, P.C. 1982. Chlorophycota-Chlorophyceae. In: S.P. Parker (ed.) *Synopsis and classification of living organisms*. New York: McGraw-Hill Book Co. pp. 133-161. Index Nominum Algarum (INA). 2012. Berkeley: University Herbarium, University of California, Compiled by Paul Silva, <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html> (último acceso: 31 de enero de 2012). Starmach, K. 1972. *Chlorophyta III. Zielenice nitkowate: Ulothrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales (With keys for the identification of filamentous green algae mentioned in the volume)*. Warszawa-Kraków: Polska Akad. Nauk. 750 p. Wehr, J.D. & R.G. Sheath. 2003. *Freshwater algae of North America. Ecology and Classification*. San Diego-London: Academic Press. 918 p.

CHLOROPHYTA

Algas de gran diversidad morfológica, con características bioquímicas y ultraestructurales constantes, presentes casi todos los niveles de organización, excepto las células rizopodiales. Con pigmentos fotosintéticos del tipo de las clorofilas a y b, α -, β - y γ - caroteno, varias xantofilas, especialmente luteína, violaxantina, zeaxantina, anteroxantina y neoxantina que se encuentran en los cloroplastos (forma y número variable, siempre con dos membranas); los tilacoides agrupados en grana o pseudograna, ocasionalmente con un pirenoide intraplastidial y a veces con perforaciones y con penetración de tilacoides; la depositación de la sustancia de reserva (almidón principalmente) y el estigma son intraplastidiales; generalmente con pared celular, a veces calcificada y formada por celulosa, hidroxiprolina, glucósidos, xilano y mananos. Las células móviles generalmente presentan 2-más flagelos, iguales o subiguales (isocontos), flagelos insertos apical o subapicalmente, lisos, mastigonemas ausentes, aunque algunos con escamas o pelos; entre el axonema flagelar y el cuerpo basal hay una zona de transición estrellada. **Multipli-**cación por medio

de zoosporas, aplanosporas, autosporas, acinetos o fragmentación; reproducción sexual iso-, aniso- u óogama; numerosas especies presentan alternancia de generaciones (iso- o heteromórfica).

Discusión. La clasificación de este grupo ha cambiado drástica y continuamente desde que Mattox y Stewart (1984) propusieron un sistema basado en características ultraestructurales de los cuerpos basales de las células flageladas y de la citocinesis durante la mitosis. A partir de la década de los '90s, los análisis filogenéticos con marcadores moleculares demuestran que la mayor parte de las clases "morfológicas" contienen elementos representativos de linajes ajenos entre sí (Pröschold & Leliaert, *In*: Brodie y Lewis 2007).

Actualmente es un riesgo asignar especies a las Clases reconocidas sólo a partir de elementos morfológicos, por lo que en este trabajo se sigue el sistema propuesto por Hoek *et al.* (1995) por ser el que mejor integra los elementos morfológicos, ultraestructurales y los datos moleculares conocidos hasta entonces; sin embargo, a pesar de que ha tenido una amplia aceptación, no se ha validado bajo las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (CINB) las 5 Clases nuevas propuestas por ellos, ya que carecen de tipos designados y de diagnosis en latín. Para el nivel de Orden se siguen los criterios de Bourrelly (1972) y Silva (1982); en el caso de Chlorococcales y Chlorellales, se usa la propuesta de Komárek & Fott (1983), Ettl & Gärtner (1988) y Komárek (1989) con las modificaciones necesarias para los niveles inferiores.

En esta flora están representadas las siguientes Clases: Chlorophyceae, Pleurostrophyceae, Ulvophyceae, Cladophorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae. Dado que se usan caracteres ultraestructurales para reconocerlas se optó, para fines florísticos y prácticos, hacer la identificación a partir del nivel de Orden.

Diversidad. La división en sentido amplio, incluidas Charophyceae (Charophyta, Streptophyta, etc.) incluye más de 800 géneros con más de 14,000 especies en el mundo. 105 géneros y 989 especies en México y 50 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Especies de *Bulbochaete*, *Oedogonium*, *Mougeotia* y *Spirogyra* han sido registradas, todas ellas sin las estructuras reproductoras necesarias para su correcta identificación.

Distribución. Prácticamente en todo el mundo, pero a nivel de especie con distribución restringida, casi en cualquier condición ambiental, del Ártico a la Antártica. Pueden ser simbioses de líquenes, protozoa, moluscos, etc. o parásitos de plantas vasculares.

CLAVE PARA LOS ÓRDENES

1. Flagelos presentes en todas las fases del ciclo de vida. VOLVOCALES
1. Flagelos ausentes en todas las células o en alguna fase del ciclo de vida.
 2. Células reproductoras sin flagelos, fecundación por conjugación de los protoplastos. ZYGNEATALES-DESMIDIALES
 2. Células reproductoras (zoosporas o gamentos) con flagelos obligados o facultativos.
 3. Algas unicelulares, cenobiales, en paquetes sarcinoides o coloniales.
 4. Algas formando colonias mucilaginosas, con vainas amplias; células con vacuolas contráctiles persistentes. TETRASPORALES
 4. Algas sin formar colonias mucilaginosas; células sin vacuolas contráctiles.

5. Algas en paquetes cúbicos o sarcinas. División desmoesquísica.
CHLOROSARCINALES
5. Algas regularmente sin forma definida. División eleuterosquísica.
 6. Algas unicelulares o en grupos ordenados, no cenobiales; zoosporas y gametos con pared celular sin esporopolenina.
CHLOROCOCCALES
 6. Algas unicelulares, cenobiales o coloniales; zoosporas y gametos desnudos, con pared celular de Esporopolenina.
 7. Algas uninucleadas; multiplicación por zoosporas o autosporas.
CHLORELLALES
 7. Algas multinucleadas; multiplicación por zoosporas uninucleadas o aplanosporas, no autosporas.
PROTOSIPHONALES
3. Algas filamentosas uni- o multiseriadas, láminas o paquetes regulares.
 8. Algas en agregados pseudoparenquimatosos o filamentos con apariencia foliosa.
CTENOCLADALES
 8. Algas filamentosas.
 9. División celular alejada de la parte media.
OEDOGONIALES
 9. División celular en la parte media.
 10. Filamentos con células uninucleadas.
 11. Filamentos biseriados o láminas mono o distromáticas.
ULVALES
 11. Filamentos uniseriados.
 12. Filamentos no ramificados, cloroplastos reticulados sin pirenoides, pared celular con piezas en forma de H.
MICROSPORALES
 12. Filamentos ramificados, cloroplastos laminares con pirenoides, pared celular sin piezas en forma de H.
CHAETOPHORALES
 10. Filamentos con células multinucleadas.
 13. Ramificación no verticilada.
CLADOPHORALES
 13. Ramificación verticilada.
CHARALES

VOLVOCALES Oltmanns

Bibliografía. Bernard, C.J. 1908. *Protococcacées et Desmidiacées d'eau douce récoltées à Java et décrites par Ch. Bernard*. Batavia: Departement de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises. 230 p. Chlamy Center. 2012. <http://www.chlamy.org> (último acceso 31 de enero de 2012). Ettl, H. 1983. *Chlorophyta I. Phytomonadina*. Stuttgart: Gustav Fischer 807 p. Huber-Pestalozzi, G. 1961. *Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Volvocales*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung. 902 p.

Solitarias o coloniales, sin formas filamentosas, foliáceas o pseudoparenquimatosas; flagelos isocontos en todas las fases del ciclo de vida; las formas unicelulares pueden presentar estados no flagelados, reunidos masivamente en una matriz mucilaginosa difluente (estado palmella). **Células** con inserción flagelar apical, vacuolas contráctiles 2-más, estigma 1; **cloroplasto** generalmente basal, pirenoide presente o ausente, algunas formas incoloras; **pared celular** sin celulosa. **Multiplicación** por división vegetativa (binaria) y zoosporas, después de la división, cada célula rodeada por una envoltura glucoprotéica compuesta principalmente de hidroxiprolina y galactosa, arabinosa, manosa y glucosa; en algunas especies la hidroxiprolina es vestigial y la célula parece desnuda. **Reproducción sexual** es iso-, aniso- u oógama. **Ciclo de vida** haplobióntico haploide.

Discusión. La mayoría de las especies en agua dulce, con pocos representantes subaéreos y escasos en ambiente marino, existen especies reportadas sobre la nieve, algunas unicelulares son endosimbiontes de protozoarios.

Diversidad. Orden con cerca de 110 géneros y más de 1000 especies en el mundo, 30 géneros y 61 especies en México, 2 géneros y más de 4 especies en el Valle de Tehuacán, la mayoría sin identificar a especie.

Distribución. Cosmopolita, pero con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

1. Algas solitarias.
1. Algas coloniales.

Chlamydomonadaceae
Volvocaceae

CHLAMYDOMONADACEAE G.M. Smith

Células solitarias libres, con 1-4 flagelos isocontos; la mayoría con vacuolas contráctiles apicales y estigma; **cloroplasto** en forma de copa, pirenoides presentes o ausentes; **pared celular** rígida generalmente de una pieza. **Multiplicación** por bipartición, 2, 4 u 8 zoosporas similares a la célula materna. **Reproducción sexual** iso-, aniso- u oógama; cigoto inmóvil, rara vez flagelado, generalmente ornamentado; estados palmella frecuentes, en algunas especies el protoplasma está separado de la pared y se mantiene en posición con puentes citoplasmáticos.

Discusión. Principalmente planctónicas de agua dulce, ambientes subaéreos y nieve, escasas en ambientes marinos.

Diversidad. Familia con 42 géneros, más de 500 especies en el mundo, 4 géneros y 17 especies en México, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán varias especies, pero sólo una con epíteto específico.

Distribución. Cosmopolitas, pero a nivel de especie con distribución restringida.

1. *CHLAMYDOMONAS* Ehrenberg

1. *CHLAMYDOMONAS* Ehrenberg, Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, Ohysik. Kl. 1833: 288. 1834.

Células solitarias, libres, ovoides, elipsoidales o globosas, 2-flageladas, flagelos isocontos, ocasionalmente con una papila intermedia; **cloroplasto** parietal, básicamente en forma de copa, laminar o numerosas variantes, pirenoides 1-varios; **pared celular** delgada, lisa. **Multiplicación** por zoosporas. **Reproducción sexual** iso-, aniso- u oógama.

Discusión. Varias especies se usan como organismo modelo para estudios de genética, fisiología y ecología (Chlamy Center, 2012). Son sensibles a las condiciones tróficas de los cuerpos de agua.

Diversidad. Género con más de 450 especies en el mundo, 12 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, la mayoría de la región central de Europa, a nivel de especie con distribución restringida.

Chlamydomonas snowiae Printz, Skr. Vidensk. Selsk. Kristiania, Mat.-Naturv. Kl., 1913 (6): 18. 1914. TIPO: no localizado.

Chlamydomonas communis Snow, Bull. U.S. Fish Comm. 22: 374, 388, pl. I: fig. II. 1903. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Lago Erie.

Células 9.2-9.8 μm largo, 7.0-7.5 μm diámetro, elipsoidales, núcleo central, papila flagelar cónica; vacuolas contráctiles 2, estigma lateral en el primer tercio de la célula; **cloroplasto** en forma de copa, liso, con base amplia, pirenoide 1, basal axial; **pared celular** poco visible, sin vaina. Fig. 1.

Distribución. Asia, América, Europa. En México sólo hay registro del lago de Chapultepec, Distrito Federal y del estado de Oaxaca.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, velocidad de la corriente variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, Novelo y Tavera s.n. (FCME-PAP 1010).

Hábitat. Crece como edáfica y planctónica en suelos, charcos y lagos. En el Valle crece como epipsámica formando parte de espumas en ambientes mixtos, temperatura del agua 26 °C, pH 7.5-7.6, salinidad 5 ups.

VOLVOACEAE Cohn

Colonias de forma regular, las más complejas tienen polaridad morfológica y funcional. **Células** con 2 flagelos (excepto en un género), con características chlamydomonádáceas y reunidas en un mucílago común, firme, incoloro y homogéneo, en ocasiones con conexiones citoplásmicas entre las células. **Multiplicación** por zoosporas. **Reproducción sexual** iso-, aniso- u oógama.

Diversidad. Familia con 18 géneros y 60 especies en el mundo, 7 géneros y 17 especies en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita. Principalmente en regiones templadas.

1. *PANDORINA* Bory de Saint-Vincent

1. *PANDORINA* Bory de Saint-Vincent, Encycl. Méth. Hist. Nat. Zooph. 521. 1825.

Colonias formadas por 8-16(-32) células, ovoides a esféricas. **Células** esféricas a piriformes, contiguas, arregladas compactamente, reunidas en una vaina mucilaginosa homogénea con la parte anterior amplia dirigida hacia afuera de la colonia, 2-flageladas, vacuolas contráctiles 2, estigma 1 en el polo anterior; **cloroplasto** en forma de copa, pirenoides 1-varios.

Discusión. *P. morum* es la especie con mayor número de registros en el mundo, pero probablemente muchos de éstos son identificaciones incorrectas.

Diversidad. Género con 7 especies en el mundo, 3 especies y 1 variedad en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Limitado a regiones templadas.

Pandorina morum (O.F. Müller) Bory de Saint-Vicent, Encycl. Méth. Hist. Nat. Zooph. 521. (como *Pandorina mora*) 1825. *Volvox morum* O.F. Müller, Anim. Infus. 20, pl. III, figs. 14-16. 1786. TIPO: Sin localidad, "inter Lemnam, mense Octubrei & Decembri".

Colonias formadas por 8-12(-16) células, esféricas a elipsoidales. **Células** 20.0-50.0 µm diámetro, piriformes, muy juntas, angulares por mutua compresión, dispuestas radialmente; núcleo central en el lumen del cloroplasto; un mucílago común 9.6-14.7 µm diámetro, 8.8-16.0 µm largo, grueso, hialino; vacuolas contráctiles 2 (evidentes en material vivo) estigma lateral con respecto a la inserción de los flagelos; **cloroplasto** en forma de copa con margen multihendido, con apariencia de estar formados por varios listones o estriado en vista apical, pirenoide basal. **Multiplicación** simultánea en todas las células de la colonia, con una ligera depresión en las células en división; el producto de la división son 4 células hijas. **Reproducción sexual** no observada. Fig. 2.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tlaxcala y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276). **Mpio. Tepanco de López:** Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco de López, ramal del canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5 m de ancho, agua muy turbia con un sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 281).

Hábitat. Planctónica o metafítica en condiciones ambientales de agua estancada o corriente, dura o suave, formando parte de céspedes filamentosos y espumas en canales, temperatura del agua: 21-32 °C, pH 6.0-7.0.

TETRASPORALES Pascher

Bibliografía. Fott, B. 1972. *Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Tetrasporales*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche. 210 p.

Colonias en agrupaciones mucilaginosas amplias formando masas amorfas, esféricas o dendroides. **Células** con una organización interna de tipo chlamydomonadacea, flagelos presentes o ausentes o con pseudoflagelos, presencia persistente de vacuolas y estigma, con mucílago homogéneo o estratificado, firme o difluente. **Multiplicación** por bipartición o formación de zoosporas con pared tipo *Chlamydomonas*. **Reproducción sexual** isógama con meiosis cigótica. **Ciclo de vida** haplobiéntico haploide.

Discusión. Principalmente dulceacuícolas, pocos géneros de ambiente marino.

Diversidad. Orden con 47 géneros, más de 116 especies en el mundo, 10 géneros y 14 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida.

PALMELLOPSIDACEAE Korschikov

Colonias amplias, sin formas dendroides o células solitarias. **Células** tipo *Chlamydomonas*, sin pseudoflagelos, siempre con abundante mucílago, vacuolas persistentes. **Multipliación** por zoosporas. **Reproducción sexual** poco conocida.

Diversidad. Familia con 9 géneros y 32 especies en el mundo, 2 géneros y 3 especies en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Principalmente en regiones templadas

1. *CHLAMYDOCAPSA* Fott

1. *CHLAMYDOCAPSA* Fott, Preslia 44: 198. 1972.

Colonias mucilaginosas, con vainas unicelulares concéntricas. **Células** chlamydomonadáceas, en tétradas u octaedros, sin flagelos, vacuolas contráctiles en la apertura del cloroplasto; **cloroplasto** parietal, en forma de copa o urna cerrada, pirenoide 1.

Discusión. Bajo este nombre debe incluirse a las identificaciones previas de *Gloeocystis* (Chlorococcales).

Diversidad. Género con 6 especies en el mundo, 2 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Amplia, principalmente de regiones templadas.

Chlamydocapsa ampla (Kützing) Fott, Preslia 44: 199. 1972. *Gloeocapsa ampla* Kützing, Phyc. gen. 174, pl. 3 fig. III. 1843. *Gloeocystis ampla* (Kützing) Rabenhorst, Krypt.-fl. Sachsen 1: 128. 1863. *Sphaerello cystis ampla* (Kützing) Nováková, Acta Univ. Carol., Biol. 1964: 162. 1964. TIPO: Sin localidad. "auf schwimmender Clad. fracta" (iconotipo).

Protococcus gigas Kützing, Phyc. germ. 145. 1845. *Gloeocystis gigas* (Kützing) Lagerheim, Öfvers. K [Svenska] Vet.-Akad. Förh. 40:63 1883. TIPO: ALEMANIA. "an den Wänden des Gefäßes, worin Chlamidomonas (sic) pulvinisculus verschiedenartige Verwandlungen erlitten hatte".

Colonias 15.6 µm diámetro, esféricas, formadas por grupos de células dispuestas regularmente, envueltas de una matriz mucilaginosa compacta, estratificada. **Células** 8.0-13.0 µm largo; 4.6-7.6(-12.1) µm ancho, esféricas a ovoides y poligonales cuando se reúnen en grupos de 2, 4 y 8 (12) células dentro de una sola vaina, vacuolas contráctiles 2, apicales; **cloroplasto** parietal lobulado, con una abertura, pirenoide 1, lateral. No se observaron zoosporas. Fig. 3.

Discusión. El material fijado no se puede identificar correctamente por la ausencia de las vacuolas contráctiles, esta situación ha creado confusión con ejemplares designados como *Gloeocystis gigas*.

Distribución. Bajo el nombre correcto hay registros confiables de Europa y México, los materiales determinados como el sinónimo *Gloeocystis gigas*, aparentan ser una especie cosmopolita. En México se conoce sólo del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. **OAXACA: Dto. Teotitlán:** carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 227); Río San Martín, cruza la carretera federal Tehuacán-Oaxaca; la velocidad de la corriente es variable, cauce de 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010). **PUEBLA: Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que cruza la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 941), (FCME-PAP 942); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277). **Mpio. Tepanco de López:** Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco, ramal del canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5.0 m de ancho, agua muy turbia con un sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 282). **Mpio. Tlacotepec de Benito Juárez:** Tlacotepec, a la orilla de la carretera Puebla-Tehuacán, un estanque, temporal con abundante materia orgánica, agua muy turbia, con sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 284). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica, bentónica en charcos, pantanos y ambientes subaéreos. En el Valle crece como epífita, epipsámica, epilítica, planctónica y edáfica formando parte de natas, espumas, perifiton, tapetes filamentosos, crecimientos hemisféricos y películas filamentosas en charcos, ríos, lagos, arroyos y canales, temperatura del agua 26-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 ups.

CHLOROCOCCALES Marchand

Bibliografía. Bernard, C.J. 1908. *Protococcacées et Desmidiacées d'eau douce récoltées à Java et décrites par Ch. Bernard*. Batavia: Departement de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises. 230 p. Comas González, A. 1996. *Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba*. Berlin-Stuttgart: J. Cramer. 265 p. Hindák, F. 1977. *Studies on the Chlorococcal algae. Chlorophyceae. I*. Bratislava: Veda. 190 p. Hindák, F. 1980. *Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae). II*. Bratislava: Veda. 195 p. Hindák, F. 1982. Taxonomic position of

the chlorococcal alga *Chlorella zofingiensis* Dönn 1934 (Chlorophyceae). *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algal. Stud.* 30: 13-23. Hindák, F. 1984. *Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae) III*. Bratislava: Veda. 308 p. Hindák, F. 1988. *Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae) IV*. Bratislava: Veda. 263 p. Hindák, F. 1990. *Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae) V*. Bratislava: Veda. 225 p. John, D.M. & P.M. Tsarenko. 2003. Order Chlorococcales. In: D.M. John, B.A. Whitton, & A.J. Brook. (eds.). *The Freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge: Cambridge University Press-The Natural History Museum-The British Phycological Society. pp. 327-409. Komárek, J. & B. Fott. 1983. *Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche. 1044 p. Philipose, M.T. 1967. *Chlorococcales*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 365 p. Sant'Anna, C.L. 1984. *Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil*. Vaduz: J. Cramer. 348 p. Shubert, E. 2003. Nonmotile coccoid and colonial green algae. In: J.D. Wehr & R.G. Sheath (eds.). *Freshwater algae of North America. Ecology and Classification*. San Diego: Academic Press. pp. 253-310.

Células solitarias o en pares, tétradas o complejos ordenados; esféricas, elipsoidales hasta fusiformes, frecuentemente conservan la polaridad de las células flageladas en los estadios vegetativos inmóviles; cuando existe mucílago no es abundante y las vainas individuales no se desarrollan ampliamente. **Células** con características generales de tipo chlamydomonádaceo, uninucleadas, con vacuolas contráctiles, excepto las que poseen vacuolas celulares; **cloroplasto** en forma de copa. **Multiplificación** por zoosporas 2-flageladas, con pared celular y por autosporas, una división sucesiva y completa de las células maternas produce zoosporas desiguales a las células maternas, las zoosporas se transforman en células esféricas; también existen acinetos con pared gruesa. **Reproducción sexual** iso- o anisogámica, gametos con pared. **Ciclo de vida** haplobiéntico haploide.

Discusión. Es uno de los Ordenes de Chlorophyta que ha cambiado desde que lo propuso Marchad en 1895. La recopilación más reciente y completa con una aproximación tipológica la hicieron Komárek & Fott (1983), mencionan para el Orden 15 familias, más de 250 géneros y más de 1000 especies. La versión de Ettl & Gärtner (1988) reduce el planteamiento anterior a 3 familias, 19 géneros y 143 especies. En *AlgaeBase* (2012) para este grupo sólo registran 40 géneros y 133 especies, pero una de las familias la pasan al orden Tetrasporales. En este trabajo se sigue el sistema propuesto por la *Süsswasserflora von Mitteleuropa* (Lemmermann *et al.* 1915 y Ettl & Gärtner 1988).

Discusión. Las especies de este grupo (en sentido amplio) se consideran indicadoras de condiciones eutrofizadas. De ambientes subaéreos.

Diversidad. Orden con 3 familias, 19 géneros y más de 143 especies en el mundo, 3 géneros y 5 especies en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CHLOROCOCCACEAE Blackman & Tansley

Células solitarias inmóviles, de vez en cuando polarizadas, tipo *Chlamydomona* uninucleadas, algunas con vacuolas contráctiles en las células jóvenes; con pared tipo *Chlamydomonas*. **Multipliación** por zoosporas o aplanosporas. **Reproducción sexual** por gametos.

Diversidad. Familia con 15 géneros y 108 especies en el mundo, 3 géneros y 5 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Principalmente en regiones templadas.

1. *CHLOROCOCCUM* Meneghini

1. *CHLOROCOCCUM* Meneghini, Mem. Reale Accad. Sci. Torino ser. 2. 5: 24. 1842.

Células solitarias o en agregados temporales, sin mucílago colonial, elipsoidales o esféricas, uninucleadas, vacuolas contráctiles en las células vegetativas; **cloroplasto** parietal en forma de esfera hueca, con o sin apertura lateral y un pirenoide; **pared celular** lisa, a veces con engrosamiento en células adultas. **Multipliación** por autosporas y zoosporas, estas últimas con pared celular, 2- flageladas, flagelos isocontos.

Discusión. La taxonomía de este género ha sido revisada por múltiples autores, los límites y distinción de géneros morfológicamente muy similares requiere de cultivos prolongados, pruebas de actividad metabólica y la morfología de las zoosporas. Muchas especies se obtienen de cultivos de suelo.

Diversidad. Género con 56 especies en el mundo, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, aunque los cultivos mencionados provienen principalmente de suelos de Estados Unidos.

Chlorococcum nova-angliae Archibald & Bold, Phycological Studies: 35, fig. 65. 1970. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Massachusetts, suelo de turbera.

Células solitarias, las adultas 19.6-23.8 µm diámetro, esféricas, las jóvenes 19.3 µm largo, 16.0 µm ancho, elipsoidales; **cloroplasto** parietal en forma de esfera hueca con una pequeña apertura, pirenoide masivo rodeado por 4-6 placas de almidón, en las células viejas con fisuras, pared gruesa, pirenoide con múltiples placas pequeñas de almidón y una gota de grasa en el centro de la célula; **pared celular** delgada, 1.4 µm de grosor. **Multipliación** por autosporas subesféricas o por zoosporas piriformes con un cloroplasto parietal, vacuolas contráctiles 2, un estigma anterior, 9.1-9.4 µm diámetro mayor, 14.2-15.0 µm largo; autosporangios con 6-8 esporas, 25.6 µm diámetro. Fig. 4.

Discusión. Especie sólo conocida del cultivo original, aunque existen tres cepas en colecciones internacionales, todas provienen de la misma. En la publicación original no se menciona el tipo, ni herbario, iconotipo o cultivo.

Distribución. Estados Unidos (localidad tipo) y ahora registrada en México del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP A1.m).

Hábitat. Cultivada de suelo seco superficial.

CHLORELLALES Bold & Wynne

Células libres o cenobios o colonias, las vegetativas uninucleadas, sin ninguna polaridad celular derivada de células flageladas; **pared celular** compuesta de celulosa y esporopolenina o por microfibrillas alternas de celulosa. **Multiplicación** por zoosporas desnudas, 2-flageladas o por autosporas, ambos tipos de multiplicación celular muestran modificaciones morfológicas ocasionales; la división siempre es eleuteroesquísica; las especies más complejas son cenobios regulares ordenados que se multiplican por autocenobios. **Reproducción sexual** rara vez mencionada. **Ciclo de vida** cuando existe sexualidad, es haplobióntico haploide.

Discusión. El concepto original de este orden ha cambiado con el tiempo, no aparece en la literatura clásica, en cambio se menciona repetidamente en bibliografía reciente relacionada con la filogenia de las algas coccoides. En *AlgaeBase* (2012) aparece dentro de la clase Trebouxiophyceae y muchas de las familias dentro del orden Chlorococcales.

Diversidad. Esta es una agrupación evidentemente artificial, que reúne la mayor cantidad de géneros y especies de lo que anteriormente se llamó Chlorococcales (*sensu* Komárek & Fott 1983). Muchos de los géneros y de las especies han sido puestos en duda por los análisis moleculares. En México se han registrado cerca de 13 géneros y 21 especies, pero por la inestabilidad taxonómica ninguna base de datos está actualizada en el registro de la diversidad del grupo, 13 géneros y 18 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Células sésiles, con un pedículo o un cojinete. | Characiaceae |
| 1. Células o cenobios libres. | |
| 2. Células solitarias, libres o agrupadas pero no reunidas regularmente. | |
| 3. Células esféricas o poliédricas; división celular transversal. | Chlorellaceae |
| 3. Células alargadas; división celular longitudinal. | Selenastraceae |
| 2. Células reunidas en cenobios o colonias. | |
| 4. Colonias irregulares, generalmente con mucílago estratificado y/o restos de la pared materna inmersos en él. | Radiococcaceae |
| 4. Cenobios con morfología regular. | |
| 5. Cenobios alineados o planos. | Scenedesmaceae |
| 5. Cenobios globosos o esféricos. | |
| 6. Células esféricas a poliédricas en cenobios huecos. | Coelastraceae |
| 6. Células esféricas u ovals en grupos radiales o dicotómicos o familias aisladas. | |
| 7. Grupos radiales o dicotómicos reunidos por puentes mucilaginosos o restos de la pared materna que reúne las autosporas en grupos de dos a ocho células. | Botryococcaceae |
| 7. Células elipsoidales a esféricas, aisladas entre sí pero reunidas en la pared materna distendida. | Oocystaceae |

BOTRYOCOCCACEAE Wille

Colonias libres o sésiles formadas por la gelatinización de la pared materna o por la producción de mucílago alrededor de cada célula, generalmente radiales o dendroides. **Células** esféricas u ovales. **Multipliación** por autosporas. **Reproducción sexual** oógama, rara vez observada.

Discusión. En *AlgaeBase* (2012) esta familia aparece con cero especies, pero el género *Botryosphaerella* es incluido en una familia “Chlorophyceae incerta sedis”, es decir en la clase Chlorophyceae y no en Trebouxiophyceae, como el orden Chlorellales.

Diversidad. Familia con 13 géneros y 39 especies en el mundo, 4 géneros y 11 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Varios géneros son monoespecíficos.

Distribución. Pocas especies cosmopolitas, la mayoría con distribución muy restringida.

1. *BOTRYOSPHAERELLA* Silva

1. *BOTRYOSPHAERELLA* Silva, Taxon 19: 941 1970.

Colonias formadas por racimos apretados dispuestos en la periferia de la colonia; cada racimo formado por células unidas por puentes mucilaginosos ramificados, anastomosados, a la vez rodeadas por una vaina común homogénea, lisa. **Células** esféricas, **cloroplasto** con forma de copa con lóbulos digitiformes, pirenoide ausente, **pared celular** delgada. **Multipliación** por 2-4 autosporas que se mantienen unidas por la base que se prolonga en un puente mucilaginoso ramificado dicotómicamente.

Discusión. Bourrelly (1972) y Komárek & Fott (1983) consideran que es un género monotípico.

Diversidad. Género con 3 especies, aunque la opinión generalizada es que se trata de un género monotípico. En México ha sido registrada la especie tipo.

Distribución. Cosmopolita.

Botryosphaerella sudetica (Lemmermann) Silva, Taxon 19: 941 1970. *Botryococcus sudeticus* Lemmermann, Forsch Ber. Biol. Stat. Plön 4: 111, figs. 6,7. 1896. *Botryosphaera sudetica* (Lemmermann) Chodat, Bull. Bot. Soc. Gêneve ser. 2, 13: 93. 1922. TIPO: ALEMANIA. Silesia, Riesengebirge.

Colonias con una envoltura mucilaginosa común, de forma irregularmente globosa, con racimos unidos por puentes de apariencia fibrosa, las células se mantienen separadas entre sí y a menudo con un arreglo radial, 48.0 µm hasta 70.0 µm diámetro. **Células** 4.1-7.4 µm diámetro, esféricas; **cloroplasto** en forma de copa, lobulado, pirenoide ausente, almidón abundante, disperso sin formar gránulos; **pared celular** delgada. **Multipliación** por autosporas que se mantienen unidas a la colonia por puentes mucilaginosos. Fig. 5.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de México, Jalisco y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, en muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AB3.1), (FCME-PAP A1. a/h).

Hábitat. Planctónica de lagos, en el Valle se encontró en cultivos de suelo seco.

CHARACIACEAE (Nägeli) Wittrock

Células solitarias, rara vez en grupos, la mayoría alargadas, fusiformes, algunas formas redondeadas o irregulares; fijas al sustrato en uno de los lados, por un pedículo o cojinete; **cloroplasto** parietal, pirenoide presente o ausente. **Multiplificación** por zoosporas desnudas.

Discusión. Generalmente planctónicas o epífitas en aguas eutrofizadas.

Diversidad. Familia con 19 géneros y 62 especies en el mundo, 5 géneros y 11 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Amplia, la mayoría de los géneros tienen pocos registros en el mundo.

1. *CHARACIUM* A. Braun

1. *CHARACIUM* A. Braun, Sp. alg. 208.1849.

Células solitarias, heteropolares, epífitas, con un pedículo y un disco de fijación, generalmente la parte apical más aguda, ovoide, elipsoidal hasta cilíndrica; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1. **Multiplificación** por zoosporas.

Discusión. En este género se consideraban cerca de 120 especies, pero la mayor parte se han transferido a otros géneros o clases, incluso divisiones.

Diversidad. Género con 21 especies en el mundo, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Distribución. Cosmopolita.

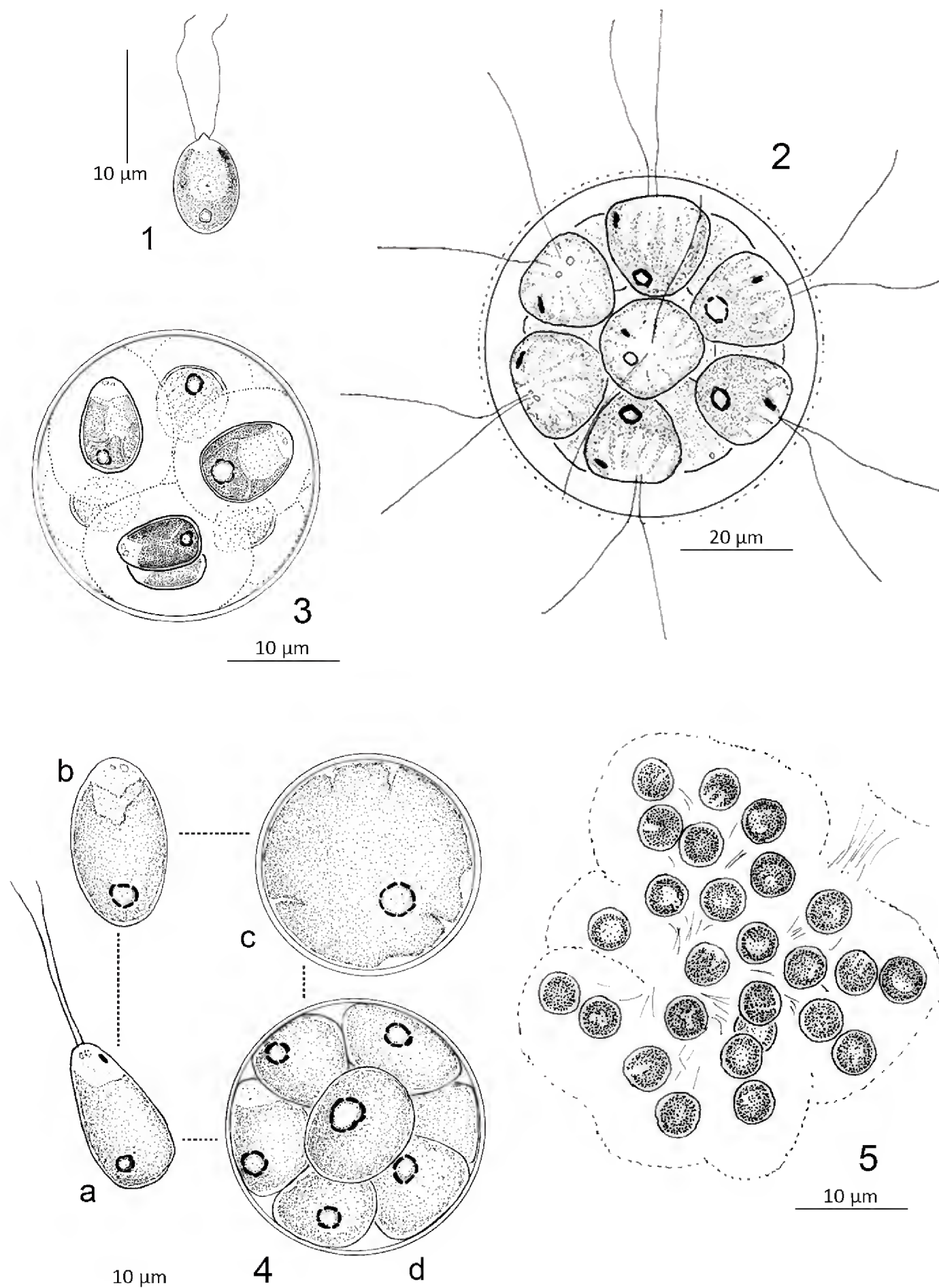
Characium ensiforme Hermann, Beitr. Kenntn. u. Verb. Alg. 1: 26, pl. VI B: fig. 1. 1863. TIPO: ALEMANIA. "Im Poritz bei Neudamm, ago 1859, an Hapalosiph und Scytonema".

Characium tenue Hermann, Beitr. Kenntn. u. Verb. Alg. 1: 26, pl. VII, fig. 10. 1863. TIPO: ALEMANIA. "im Neudammer See auf Kastners Wiese".

Characium ambiguum Hermann, Beitr. Kenntn. u. Verb. Alg. 1: 26, pl. VII, fig. 9. 1863. TIPO: ALEMANIA. "bei Neudamm: Warlenbergs Heller; Possfenn".

Characium coronatum P.F. Rensch., J. Linn. Soc. London. Botany 16(92): 247. 1877. TIPO: SUDÁFRICA. "Cape of Good Hope, in fountains of House of Government".

Characium apiculatum Rabenhhorst, Hedwigia 1: 85, pl. XII A, fig. 2. 1855. TIPO: Sin localidad, "an *Cladophora*"



Figuras 1-5. Chlorophyta. Volvocales. 1. *Chlamydomonas snowiae*. 2. *Pandorina morum*. Tetrasporales. 3. *Chlamydocapsa ampla*. Chlorococcales. 4. *Chlorococcum nova-angliae*. –a. Zoospora. –b. Célula joven. –c. Célula adulta. –d. Autosporangio. Chlorellales. 5. *Botryosphaerella sudetica*.

Células solitarias, libres o epífitas, con forma de huso; ápice agudo, núcleo basal, eje principal ligeramente curvo, con pedículo muy corto; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1 central; cuando epífita, el disco de fijación es incrustante en la pared del hospedero, pardo claro, margen irregular y ondulado en la superficie, 5.6-9.4 μm diámetro, 17.8-35.5 μm largo, 8.8 μm diámetro del disco de fijación. No se observaron células en multiplicación. Fig. 6.

Discusión. La sinonimia es la citada por Komárek & Fott (1983). En *Algae Base* (2012) se señala a esta especie como sinónimo de *Characiopsis subulata* var. A. Braun *ensiforme* (Hermann) Lemmermann (Mischococcales, Xanthophyceae, Heterokontophyta), lo que es discutible por la presencia del pirenoide intraplastidial. En el INA aparecen las localidades de Hermann como parte de Polonia, sin embargo, Neudamm y Poritz son parte de Sajonia-Anhalt en Alemania.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010). PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 188).

Hábitat. Epífita sobre algas filamentosas en arroyos y acuarios. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita de algas filamentosa que forman parte de espumas, natas, céspedes filamentosos en ambientes mixtos y lagos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 7.0-7.6, salinidad 5 ups.

CHLORELLACEAE (Wille) Brunnthaler

Células solitarias o grupos, esféricas, elipsoidales, ovoides o tetraédricas; **pared celular** 3-lamelar, con celulosa y esporopolenina, la superficie externa es lisa o finamente esculpida. **Multiplicación** por autosporas. durante la formación de estas la pared no se hincha.

Discusión. Hay cambios continuamente en la ubicación de esta familia por los datos de biología molecular, el número de géneros que incluye es muy variable según los autores. Aquí se sigue la aproximación de Komárek & Fott (1983). Muchos géneros son monoespecíficos.

Diversidad. Familia se divide en 5 subfamilias con 38 géneros y 181 especies válidas (pero más de 300 nombres), 10 géneros y 68 especies en México, 3 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolitas.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. Células poliédricas, angulosas. | <i>Tetraedron</i> |
| 1. Células esféricas o elipsoidales. | |
| 2. Células con pirenoide. | <i>Chlorella</i> |
| 2. Células sin pirenoide. | <i>Muriella</i> |

1. *CHLORELLA* Beijerinck

1. *CHLORELLA* Beijerinck, Bot. Zeit. 48: 758. 1890.

Células solitarias, esféricas o elipsoidales, uninucleadas, sin vaina mucilaginosas; **cloroplasto** parietal, en banda, laminar o copa, pirenoide 1; **pared celular** distinguible, lisa, con una capa de celulosa y otras de esporopolenina. **Multiplicación** por autosporas que son liberadas por la ruptura de la pared materna, sin hidrolización.

Discusión. Se han descrito más de 100 especies, sólo 21 están bien caracterizadas morfológicamente. Hay al menos 3 revisiones taxonómicas, pero hasta recientemente con las secuencias genéticas se han realizado árboles filogenéticos incluyendo múltiples especies de otros géneros que muestran afinidad con *Chlorella*. La distinción morfológica entre las especies requiere del cultivo y por ello el material fijado es difícil de identificar.

Diversidad. Según Komárek & Fott (1983) se reconocen claramente 21 especies en el mundo, 7 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Especies con distribución restringida, sólo *C. vulgaris* con distribución cosmopolita.

Chlorella vulgaris Beijerinck, Bot. Zeit. 48: 758, pl. Vii. fig. 2. 1890. TIPO: HOLANDA. Estanque cerca de Delft.

Células solitarias, esféricas cuando adultas, 28.5 µm diámetro de las células viejas, cuando jóvenes 3.9-17.0 µm diámetro, elipsoidales; **cloroplasto** parietal en forma de copa, ocupa hasta 3/4 partes de la periferia de la célula, pirenoide 1, con 2-5 gránulos de almidón, colocado lateralmente a la abertura del cloroplasto, en células viejas las vacuolas tienen gotas de lípidos abundantes; **pared celular** delgada. **Multiplicación** por 2-4-8 autosporas, 3.2-3.8 µm diámetro, 4.4-5.4 µm largo, elipsoidales, todas de igual tamaño; la pared celular materna se rompe en 2 o 4 fragmentos triangulares, que persisten en el medio después de la liberación de las autosporas. Fig. 7.

Discusión. A esta especie se han asignado casi todas las formas coccoides con cloroplasto en forma de copa abierta. En colecciones internacionales hay numerosos ejemplares de cepas cultivadas mal identificados.

A través de análisis moleculares se ha complicado más la situación, pues usan esas cepas y las secuencias filogenéticas resultantes muestran divergencias muy marcadas entre las cepas y el material silvestre. Además se han descrito 3 variedades morfológicas y 9 variedades fisiológicas, que vienen a complicar más la taxonomía del grupo.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Tabasco y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, en muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1), (FCME-PAP Aa1), (FCME-PAP AA3), (FCME-PAP A1).

Hábitat. Por la confusión morfológica, se registra en casi todos los ambientes acuáticos, en aguas estancadas y corrientes, en condiciones subaéreas, así como también como endosimbionte de invertebrados. En sentido estricto es una especie con afinidades aerofíticas (edáficas o epilíticas subaéreas), la muestra del Valle forma películas compactas y fue cultivada de muestras de suelo seco.

2. *MURIELLA* Boye-Petersen

2. *MURIELLA* Boye-Petersen, Arch. Protistenk. 76: 402. 1932.

Células solitarias o en grupos, esféricas; **cloroplasto** único parietal, en las células jóvenes, en las adultas múltiples y abundantes, pirenoide ausente; **pared celular** delgada cuando jóvenes y gruesa cuando adultas; **Multipli-**
cación por autosporas con persistencia de la pared materna.

Dsicusión. Todas las especies son aerofíticas.

Diversidad. Género con 5 especies en el mundo, 1 en México, sólo se ha registrado del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Europa, Antártica y Australia, ahora México.

Muriella zofingiensis (Dönn) Hindák, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 38: 22, pls. 1-3. 1982. *Chlorella zofingiensis* Dönn, Ber. Schweiz. Bot. Ges. 43: 127, fig. 1. 1934. *Mychonastes zofingiensis* (Dönn) Kalina & Puncochárová, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 45: 512, fig. 26-28. 1987. TIPO: SUIZA. Ramooswald, cerca de Zofingen.

Células esféricas cuando adultas, ovoides cuando jóvenes, 4.8-9.6 (-12) μm diámetro; **cloroplasto** en forma de copa, ocupa más de 3/4 partes de la periferia de la célula, cuando adultas los cloroplastos son laminares y múltiples 2-4, con margen ondulado, pirenoide ausente, almidón disperso y vacuolas con gotas de aceite; **pared celular** delgada. **Multipli-**
cación por 4 autosporas ovoides, que se liberan de la pared materna persistente en el medio y separada de las autosporas, 3.2 μm diámetro, 4.2 μm largo. Fig. 8.

Distribución. Asia y Europa. En México sólo se conoce del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, de una muestra de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1).

Hábitat. Especie edáfica o subaérea, obtenida de cultivo de suelo seco.

3. *TETRAEDRON* Kützing

3. *TETRAEDRON* Kützing, Phyc. germ.: 129. 1845.

Células solitarias, libres, generalmente tetraédricas o triangulares a poliédricas, con vértices simples, ramificados o con papilas; uninucleadas; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1; **pared celular** lisa o verrugosa, del tipo de *Chlorella*. **Multipli-**
cación por autosporas.

Discusión. La mayoría de las especies crecen en condiciones eutrofizadas.

Diversidad. Género con más de 100 especies, sólo 35 bien documentadas y válidas, 15 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg, Hedwigia 27: 131. 1888. *Polyedrium minimum* A. Braun, Alg. Unicell.: 94. 1855. TIPO: ALEMANIA. Freiburg.

Polyedrum quadratum Reinsch, Notarisia 3: 499, pl. IV, fig 7. 1888. *Tetraedron quadratum* (Reinsch) Hansgirg, Hedwigia 28(1):18. 1889; TIPO: ALEMANIA. Franken, Erlangen.

Arthrodesmus glaucescens Wittrock, Bih. K. Svenska Vet.-Akad. Handl 1(1): 55, pl. IV: fig. 11. 1872. *Tetraedron glaucescens* (Wittrock) Claus, Hydrobiol. 21: 271. 1963. TIPO: SUECIA. Gotland.

Células libres, pequeñas, aplanadas, rectangulares, en vista lateral fusiformes a elípticas, vértices redondeados con engrosamientos en forma de papilas, 6.2-8.8 µm largo, 5.6-7.5 µm diámetro, en la parte media 5.6-7.0 µm largo, 6.4 µm grosor; **cloroplasto** ocupa 3/4 partes de la célula, pirenoide 1; **pared celular** lisa. Fig. 9.

Discusión. De esta especie se han descrito al menos 4 variedades que se diferencian por la ornamentación de la pared, una característica difícil de observar en el microscopio fotónico y por ello rara vez registrada.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Tabasco y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184), (FCME-PAP 192).

Hábitat. Planctónica que crece en aguas estancadas y corrientes. En el Valle crece como planctónica y metafítica formando parte de natas, perifiton y películas compactas de lagos, temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0

COELASTRACEAE (G.S. West) Wille

Cenobios globosos. **Células** esféricas o ligeramente fusiformes, ordenadas radialmente en tres dimensiones; **pared celular** lisa u ornamentada con costillas. **Multiplificación** por autosporas que se organizan dentro de la pared materna en autocenobios.

Diversidad. Familia con 6 géneros y 30 especies en el mundo, 2 géneros y 12 especie en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Un género cosmopolita, el resto con distribución restringida, principalmente de regiones templadas o tropicales.

1. COELASTRUM Nägeli

1. *COELASTRUM* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg.: 97. 1849.

Cenobios de 4-32 células, en forma de una esfera hueca. **Células** esféricas, ovoides o tetraédricas, generalmente con apéndices que las unen entre sí; **cloroplasto** en forma de copa, pirenoide 1; **pared celular** lisa, rugosa o finamente reticulada. **Multiplificación** por autocenobios, generalmente simultáneos en todas las células de un cenobio.

Diversidad. Género con 18 especies en el mundo, 10 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

Coelastrum microporum Nägeli, Alg. unicell.: 70, adn., 73. 1855. TIPO: ALEMANIA. Friburg.

Coelastrum robustum Hantzsch, Fl. Eur. Alg. III: 80. 1868. TIPO: ALEMANIA. Rostock, "ad Dretschen Lusatiae".

Chlorella regularis (Artari) Oltmanns, Morph. u. Biol. Alg. 1: expl. figs. 115, p. 184. 1904. *Pleurococcus regularis* Artari, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, Ser. 2, 6: 245, pl. VII, figs. 21-29. 1892. TIPO: no localizado.

Cenobio redondo con 8-32 células, 45.0 µm diámetro, los cenobios de 8 células forman dos grupos tetraédricos de células en dos vistas con una disposición de 45 ° entre sí. **Células** esféricas, 6.8-7.3 µm diámetro; **cloroplasto** parietal, laminar, pirenoide 1; **pared celular** lisa, delgada sin conexiones intercelulares evidentes y ligeramente comprimidas entre sí. Fig. 10.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Jalisco, Michoacán, Puebla, Veracruz y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica en aguas eutrofizadas. En el Valle crece como metafítica formando parte de perifiton y céspedes filamentosos en lagos y canales, temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0

OOCYSTACEAE Bohlin

Cenobios o **colonias** formadas por grupos de autosporas de varias generaciones reunidas por una pared celular hidrolizada común. **Células** elipsoidales, citriformes o esféricas, uninucleadas; **cloroplastos** 1-varios, parietales, laminares; **pared celular** lisa o granulada, multiestratificada, con capas alternas de microfibrillas de celulosa, sin esporopolenina. **Multiplificación** por autosporulación, durante este proceso la pared celular se hidrata e hincha y mantiene las células hijas reunidas por un tiempo.

Diversidad. Familia con 31 géneros y cerca de 111 especies en el mundo, 12 géneros y 47 especies en México, 1 género y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida.

1. *OOCYSTIS* Nägeli ex Braun1. *OOCYSTIS* Nägeli ex Braun, Alg. unicell.: 94. 1855

Células solitarias o grupos de 2-6, elipsoidales, reunidas en la pared materna dilatada; **cloroplastos** 1-varios, parietales, laminares a discoides en forma de copa con margen liso o lobulado, pirenoide presente o ausente; **pared celular** lisa. **Multipliación** por autosporas y por liberación de células de los grupos.

Diversidad. Género con 35 especies aceptadas, aunque existen más de 90 nombres, 16 en México, 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Células con cloroplastos parietales laminares y engrosamientos polares agudos en la pared materna. *O. parva*
1. Células con cloroplastos parietales lenticulares o poligonales y engrosamientos polares verrugosos en la pared materna. *O. solitaria*

Oocystis parva W. West & G.S. West, J. Bot. (London) 36: 335. 1898. TIPO: INGLATERRA. Pilmor cerca de Thirsk, New Yorkshire.

Oocystis planctonica Chodat, Trav. crypt. dédiés à Louis Mangin: 340, pl. II, fig. 19, 1931. TIPO: SUIZA. Lago Ginebra.

Oocystis chodatii Woloszyńska, Bull. Int. Acad. Sc. Cracovia. Cl. Sc. Math. et Nat., ser. B. 1912: 669, pl. XXXIV, fig. 6. 1912. TIPO: JAVA: Bagendit cerca de Garoet.

Células solitarias o en grupos 2, 4 y 8 individuos dentro de la pared celular materna poco distendida, con engrosamientos polares agudos, en uno o los dos polos, 4.1-8.7 µm diámetro, 7.3-12.2 µm largo, cenobio de 4 células, 10.4 µm diámetro, elipsoidales, oblongas y esféricas; **cloroplastos** 1-2 en células jóvenes, 1-8 en las adultas, parietales, laminares, pirenoide 1; **pared celular** lisa. **Multipliación** por autosporas que se liberan por rompimiento de la pared materna, sin gelatinización, pero con dilatación amplia. Fig. 11.

Distribución. Amplia. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Michoacán y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 192). Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, en muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP Aa3).

Hábitat. Especie con espectro ecológico muy amplio. En el Valle crece como planctónica y edáfica formando parte de natas y películas compactas en lagos y cultivos de suelo seco, temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0

Oocystis solitaria Wittrock, Bot. Not. 1879: 24, figs. 1-5. 1879. TIPO: SUECIA. Källstorp.

Oocystis asymmetrica W. West & G.S. West, J. Roy. Micr. Soc. 1894:14, pl II, fig. 27. 1894. TIPO: INGLATERRA. Chobham Common, Surrey.

Oocystis crassa Wittrock, Bot. Not. 1880: 17. 1880. TIPO: SUECIA. Cerca de Visby, Gotland.

Oocystis rupestris Kirchner, Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg 36: 169, pl. II: fig. 2. 1880. TIPO: ALEMANIA. Bajo la cascada Uracher, Württemberg.

Células solitarias o en grupos, elipsoidales a ovoides, 6.7-7.0 μm diámetro, 10.0-11.5 μm largo, engrosamientos polares verrugosos en la pared materna; **cloroplastos** 2-8, parietales, lenticulares o poligonales, pirenoide 1; **pared celular** lisa. **Multiplicación** por 2-4 autosporas, 4.6 μm diámetro, 6.7-7.2 μm largo, con 1-3 cloroplastos lenticulares, la pared del esporangio se rompe, no se dilata o gelatiniza, esporangios 9.1-9.3 μm diámetro, 9.8-11.8 μm largo. Fig. 12.

Discusión. Bajo este nombre se han incluido numerosos sinónimos. La morfología general es muy variable aún en la misma localidad, por ello sólo se incluye a los sinónimos específicos y no varietales.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Oaxaca, Puebla y Jalisco.

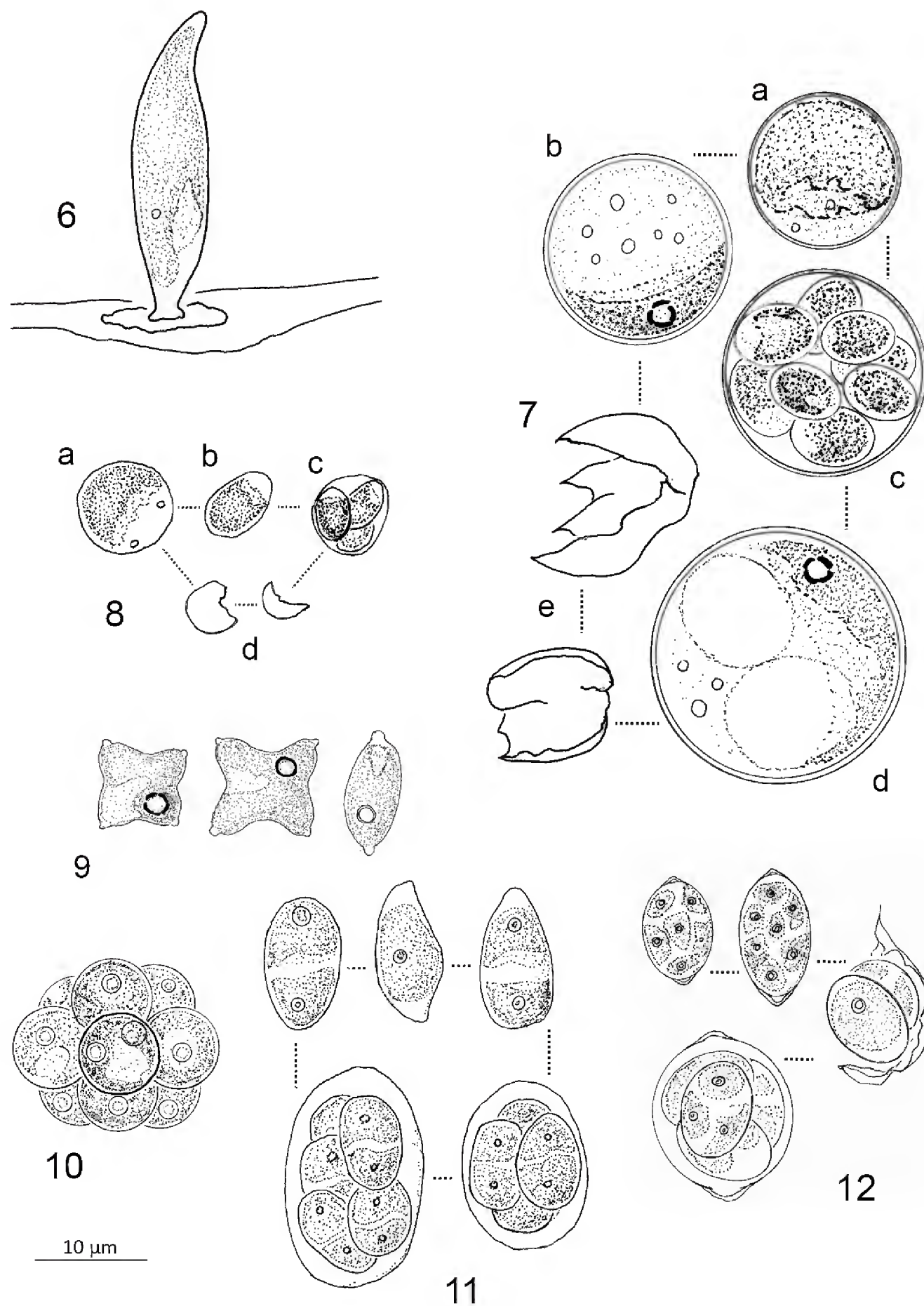
Ejemplares examinados. **OAXACA:** Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 227). **PUEBLA:** **Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 301).

Hábitat. Metafítica en aguas ácidas a neutras. En el Valle crece como epilítica, epífita y planctónica formando parte de perifiton, natas y crecimientos hemisféricos en canales, arroyos y ríos, temperatura del agua: 20-27 °C, pH 6.0-7.5.

RADIOCOCCACEAE Fott ex J. Komárek

Bibliografía. Hindák, F. 1978. The genus *Gloeocystis* (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Preslia, Praha* 50: 3-11. Kostikov, I., T. Darienko, A. Lukésová & L. Hoffmann. 2002. Revision of the classification system of Radiococcaceae Fott & Komárek (except the subfamily Dictyochlorelloideae) (Chlorophyta). *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 104: 23-58.

Colonias mucilaginosas. **Células** esféricas generalmente con vainas individuales, mucílago con restos de la pared celular materna; **pared celular** lisa. **Multiplicación** por autosporas o por la desintegración de las colonias.



Figuras 6-12. Chlorophyta. Chlorellales. 6. *Characium ensiforme*. 7. *Chlorella vulgaris*. -a. Célula joven. -b. Célula adulta. -c. Autosporangio. -d. Célula vieja. -e. Paredes maternas vacías. 8. *Muriella zofingiensis*. -a. Célula adulta. -b. Célula joven. -c. Autosporangio. -d. Paredes maternas vacías. 9. *Tetraedron minimum*. 10. *Coelastrum microporum*. 11. *Oocystis parva*. 12. *Oocystis solitaria*.

Diversidad. Familia con 25 géneros y cerca de 80 especies (Kostikov *et al.*, 2002), 6 géneros y 8 especies en México, 2 géneros y 3 especies en El Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida, principalmente de regiones templadas.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Envoltura mucilaginosa homogénea. | <i>Eutetramorus</i> |
| 1. Envoltura mucilaginosa estratificada. | <i>Gloeocystis</i> |

1. *EUTETRAMORUS* Walton

1. *EUTETRAMORUS* Walton, Ohio J. Sc. 18: 127. 1918.

Colonias microscópicas globosas, con una vaina incolora, sin estructura, homogénea. **Células** esféricas a ovales, en grupos tetraédricos o en forma de corona, sin vainas individuales excepto en estadios tempranos de la formación de las colonias; **cloroplasto** 1, en banda parietal, pirenoide presente o ausente; **pared celular** lisa. **Multiplificación** por 4-16 autosporas, formando tetraédros en la célula materna.

Diversidad. Género con 6 especies en el mundo, 3 en México, 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Dos especies cosmopolitas, las otras sólo en regiones templadas.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Células generalmente ordenadas, margen del mucílago redondeado. | <i>E. fottii</i> |
| 1. Células sin orden, margen del mucílago irregular. | <i>E. planctonicus</i> |

Eutetramorus fottii (Hindák) J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol Stud. 56: 249. 1979. *Coenococcus fottii* Hindák, Biol. Práce [Slov. Akad. Vied] 23(4): 14, pl. 2, fig. 1. 1977. TIPO: ESLOVAQUIA. Lago Halcianske jazero (iconotipo).

Colonias esféricas de varios **cenobios** de 4-16 células dispuestos periféricamente; vaina difluente. **Células** esféricas, 7.5-10.7 µm diámetro; **cloroplasto** 1, parietal, laminar en forma de urna, pirenoide 1, basal; vainas individuales delgadas, poco evidentes. **Multiplificación** por esporangios de 4 células oblongas, la distribución de las células en la colonia sugiere una reproducción auto-spórica, al formar tétradas y en cada colonia las células oblongas son todas del mismo tamaño. Fig. 13.

Discusión. Esta especie puede confundirse con *Sphaerocystis schroeteri* Chodat, que se reproduce zoospóricamente (con rompimiento de la pared materna).

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 198). Mpio. Tepanco de López: Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco, ramal del canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5.0 m ancho, agua turbia con un sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 280), (FCME-PAP 281).

Hábitat. Planctónica que crece en aguas oligo- a eutróficas. En el Valle crece como epilítica, epífita de macrofitas y planctónica formando parte de natas y espumas en arroyos y canales, temperatura del agua: 20-32 °C, pH 6.0-7.0.

Eutetramorus planctonicus (Korschikov) Bourrelly, Bull. Micr. Appl. 13: 166, pl. XV, fig. 16. 1964. *Coenococcus planctonicus* Korschikov, Protococcineae: 322, fig. 295. 1953. TIPO: UCRANIA. Distrito Kharkivska, cerca de Lyubotina.

Colonias con grupos de células en desorden, cubiertas por un mucílago homogéneo. **Células** esféricas cuando se encuentran en grupos de 2-4 individuos, poligonales por compresión cuando más numerosas, 6.5-9.1 µm diámetro; **cloroplasto** en forma de copa, pirenoide 1; **pared celular** lisa. **Multiplicación** por autosporas que permanecen unidas después de la hidrólisis de la pared materna, esporangios 6.5-6.7 µm diámetro. Fig. 14.

Distribución. Europa. En México se conoce sólo del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Cultivos de agar expuesto al aire, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP AB4).

Hábitat. Planctónica y metafítica en los litorales de cuerpos de agua mesotróficos. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se obtuvo de un cultivo de agar nutritivo expuesto al aire, forma crecimientos hemisféricos laxos.

2. *GLOEOCYSTIS* Nägeli

2. *GLOEOCYSTIS* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 65. 1849

Colonia envuelta con un mucílago estratificado incoloro a menudo formando cubiertas mucilaginosas verde oscuro. **Células solitarias** o grupos de 2, 4 u 8, rara vez más, esféricas, ampliamente ovales u oblongo-ovales, ligeramente asimétricas; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1, **pared celular** lisa. **Multiplicación** por 2, 4 u 8 autosporas; la pared celular materna se hidroliza en la liberación de las autosporas y los restos no son visibles en el mucílago.

Discusión. En la bibliografía previa a 1983 se confunde a este género con *Chlamydocapsa* (Tetrasporales).

Diversidad. Para Komárek & Fott (1983) sólo existen dos especies, discuten la posibilidad de otras dos. Sin embargo, se han registrado más de 24 especies y en *AlgaeBase* (2012) se aceptan sólo 9 de ellas, en México se conoce sólo del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Europa, las reconocidas por Komárek & Fott (1983), aquí por primera vez registradas para México.

Gloeocystis vesiculosa Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 66, pl. IV, F. 1849. TIPO: SUIZA. Zürich.

Colonias mucilaginosas, verde pasto, con mucílagos abundantes, estratificados, hasta 3.0 µm grosor. **Células solitarias** o en pares, esféricas a ovoides, 3.6-7.6 µm diámetro; **cloroplastos** en forma de copa, pirenoide 1 en la parte media; **pared celular** lisa. Fig. 15.

Discusión. Nuestros ejemplares concuerdan tanto con el iconotipo de Nägeli como con la descripción de Hindák (1978). Sin embargo este autor registra células de 6-8 µm y anota la presencia de esta especie en “vigas de madera húmeda y cortezas de árbol, formando cubiertas mucilaginosas macroscópicas color verde en Zürich. No observada desde que fue descrita”. Los registros de *Gloeocystis vesiculosa* que poseen vacuolas contráctiles pertenecen a *Chlamydocapsa* o *Chlamydomonas*. Los registros en los que las células carecen de pirenoide pertenecen a *Coccomyxa*.

Distribución. Europa y Asia, algunos registros pueden corresponder a *Chlamydocapsa ampla*, en México sólo conocida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: San Gabriel Chilac, río El Gavilán, corre paralelo a la carretera Zapotitlán-Tehuacán, aguas lentas, limpias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 954); Cerro El Calvario, de muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP Aa5), (FCME-PAP A1 m/l).

Hábitat. Especie aerofítica. En el Valle crece como epipsámica en orillas de ríos, temperatura del agua: 32 °C, pH 8.0-8.8, salinidad 4 ups. También se obtuvo de cultivos de suelo seco.

SCENEDESMACEAE Oltmanns

Cenobios alineados o planos, casi siempre solitarios, ocasionalmente forman sincenobios coloniales. **Células** en grupos de cuatro, en 1-2 hileras; **pared celular** lisa, rugosa o escrubiculada, con celulosa y esporopolenina. **Multiplicación** por autosporas que forman los autocenobios dentro de la pared materna.

Discusión. Existe incertidumbre en el número de especies debido a que el género *Scenedesmus s.l.* ha sido dividido en tres, y las sinonimias no han terminado de definirse.

Diversidad. Familia con cerca de 30 géneros y más de 185 especies en el mundo, 14 géneros y 100 especies en México, 2 géneros y 5 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Cenobios con espinas.
1. Cenobios sin espinas.

Desmodesmus
Scenedesmus

1. *DESMODESMUS* (Chodat) An, Friedl & Hegewald1. *DESMODESMUS* (Chodat) An, Friedl & Hegewald, Plant. biol. 1: 427. 1999.

Cenobios formados por 4-32 células, ocasionalmente en pares aislados. **Células** generalmente paralelas entre sí, en un solo plano y alineadas en 1-2 hileras, alargadas, fusiformes, ovales, elipsoidales o cilíndricas; células externas con espinas largas, en los polos o margen externo a veces espinas cortas o tan largas como las polares; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1; **pared celular** lisa o con proyecciones.

Discusión. Originalmente propuesto como subgénero, An *et al.* (1999) lo segregan como género independiente por la diferencia en las secuencias de ITS-2, las características ultraestructurales de la pared celular (tanto en microscopía electrónica de barrido como de transmisión). El cambio de nombre genérico para muchas especies fue realizado por Hegewald (2000), en un trabajo en el que resume 666 nombres de *Scenedesmus* (especies, variedades y formas) en 61 nombres (especies y variedades). *AlgaeBase* (2012) registra 77 nombres bajo este nombre. Komárek & Fott (1983) reconocen 77 especies en tres grupos (*Armati*, *Abundans* y *Desmodesmus*) que fueron incluidas en *Desmodesmus* por Hegewald (2000), falta aclarar la sinonimia de especies con espinas, registradas bajo el nombre *Scenedesmus*.

Diversidad. Género con 77 especies en el mundo, 14 en México, 3 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

- | | |
|---|---|
| 1. Espinas en todas las células. | <i>D. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> |
| 1. Espinas sólo en los polos. | |
| 2. Espinas cortas y costillas en todas las células. | <i>D. brasiliensis</i> |
| 2. Espinas largas y sin costillas en las células. | <i>D. abundans</i> |

Desmodesmus abundans (Kirchner) Hegewald, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol.

Stud. 96: 1. 2000. *Scenedesmus abundans* (Kirchner) Chodat, Monogr. Alg. Cult. Pure 78. 1913. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson f. *abundans* (Kirchner) Lagerheim, Öfvers. K. [Svenska] Vet.- Akad. Förh. 39(2): 64. 1882. *Scenedesmus caudatus* Corda f. *abundans* Kirchner, Alg. Schles.: 98. 1878. TIPO: ALEMANIA. Silesia.

Scenedesmus quadrispina Chodat, Monogr. Alg. Cult. Pure: 50, figs. 45-48, 50-52. 1913. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson var. *quadrispina* (Chodat) G.M. Smith, Trans. Wis. Acad. Sc. Arts & Lett. 18: 479. 1916. TIPO: SUIZA. Lago de Grand Salève, cerca de Ginebra.

Cenobios rectos, generalmente 4-células en un plano, 14.2-16.0(-31.0) µm diámetro. **Células** oblongas a cilíndricas, 3.4-6.9(-9.1) µm diámetro, 9.6-15.2(22.0) µm largo, con ápices redondeados y ligeramente chatos en las células externas, espinas largas y sin costillas, dispuestas simétricamente, la base puede engrosarse 3.2-9.1 µm largo; **cloroplasto** parietal con una fisura a lo

largo, pirenoide 1, central, gotas de aceite anaranjado; **pared celular** lisa. Fig. 16.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Oaxaca, Puebla y Tabasco.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184), (FCME-PAP 188), (FCME-PAP 192). **Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276).

Hábitat. Planctónica, metafítica y aerofítica, presente en aguas estancadas y corrientes. En el Valle crece como epífita, planctónica, epilítica y edáfica formando parte de perifiton, natas, céspedes filamentosos, películas compactas y crecimientos hemisféricos en lagos, arroyos y canales, temperatura del agua: 20-26 °C, pH 6.5-7.0.

Desmodesmus brasiliensis (Bohlin) Hegewald, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 96: 7. 2000. *Scenedesmus brasiliensis* Bohlin, Bih. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. 23 (Afd. III, 7): 22, pl. I, figs 36,37. 1897. TIPO: PARAGUAY. Colonia Risso cerca de Rio Apa (sintipo); BRASIL. Matto Grosso: Cuyabá y Corumbá (sintipo).

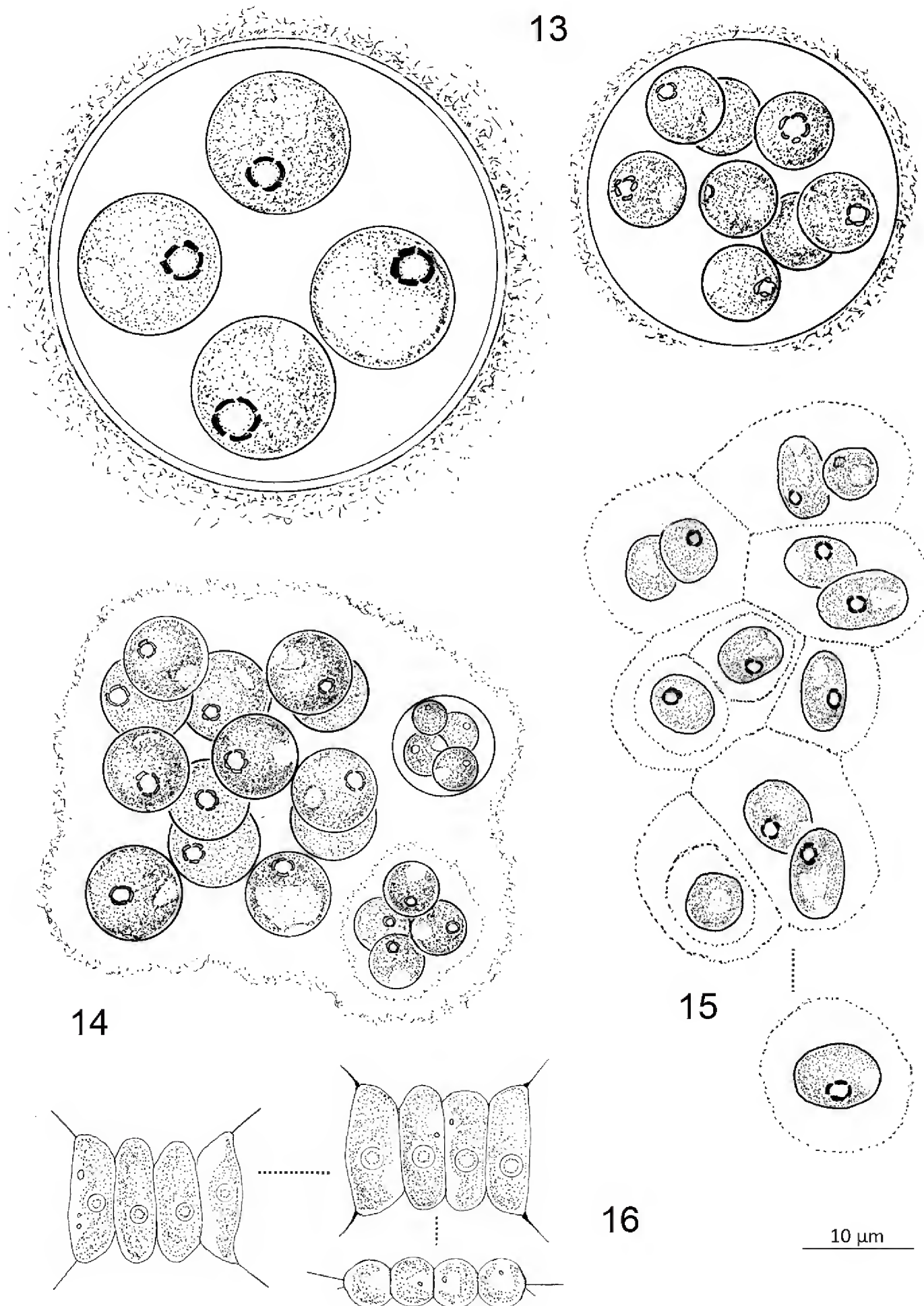
Cenobios rectos o diagonales, de 4 y 8 células en un plano. **Células** oblongas-cilíndricas, 2.2-6.8 µm diámetro, 8.0-19.8 µm largo, polos celulares angulosos en forma de pirámide truncada, espinas 1-2, en ambos polos, cortas, 1.1-1.4 µm largo, una de ellas se prolonga formando una costilla longitudinal delgada, evidente en todas las células; **cloroplasto** parietal, lateral con bordes ondulados y perforados; pirenoide 1, central, poco visible, gotas de aceite abundantes; **pared celular** lisa. Fig. 17.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado en los estados de Puebla y Tabasco.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276).

Hábitat. Planctónica en aguas meso- a eutróficas, estancadas o corrientes. En el Valle crece como planctónica y metafítica formando parte de natas y céspedes filamentosos en lagos y canales, temperatura del agua: 21-26 °C, pH: 6.5-7.0.

Desmodesmus denticulatus (Lagerheim) An, Friedl & Hegewald var. *linearis* (Hansgirg) Hegewald, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 96: 10. 2000. *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim var. *linearis* Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhmen 1: 268. 1888. TIPO: material preservado de Hegewald



Figuras 13-16. Chlorophyta. Chlorellales. 13. *Eutetramorus fottii*. 14. *Eutetramorus planctonicus*. 15. *Gloeocystis vesiculosa*. 16. *Desmodesmus abundans*.

1977/4 (fide Hegewald, Arch. Hydrobiol. Suppl. 71: 424. 1985). REPÚBLICA CHECA: Bohemia. (neotipo).

Scenedesmus aculeolatus Reinsch, J. Linn. Soc., London, Botany 16: 238, pl. VI, figs 1-2. 1877. TIPO: SUDÁFRICA. Cabo de Buena Esperanza, fuente de la casa de Gobierno.

Cenobio de 4-8 células en un plano, 17.8-22.7 µm diámetro. **Células** alineadas, lanceoladas a ovoides, 5.0-6.9 µm diámetro, 11.5-12.4 µm largo, las centrales con ápice redondeado, las externas con ápice ligeramente agudo, todas se tocan por el margen, todas con espinas; espinas 1-2 por cada célula, cortas, las células externas con 1-2 espinas cónicas, más largas, las marginales muy cortas, alineadas; **cloroplasto** parietal, margen ondulado, pirenoide 1, excéntrico; **pared celular** lisa. Fig. 18.

Distribución. Cosmopolita, en México sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024).

Hábitat. Planctónica en litorales de cuerpos de agua eutrofizada. En el Valle crece como planctónica en ríos formando parte de natas, temperatura del agua: 27 °C, pH 6.0.

2. *SCENEDESMUS* Meyen

2. *SCENEDESMUS* Meyen, Verh. K. Leopold.-Carol. Akad. Naturf. 14: 774. 1829.

Cenobios alineados o en zigzag, en un plano o ligeramente curvados de 4, 8, 16-32 células. **Células** elipsoidales, fusiformes o elípticas; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1; **pared celular** lisa, rugosa o granulosa. **Multiplicación** por 2-16(-32) autosporas que se organizan como el cenobio original dentro de la pared materna.

Discusión. Durante mucho tiempo se consideró un género con más de 2000 especies, ahora se ha restringido a las especies sin espinas. Los cambios nomenclaturales y los que son resultado de los análisis genéticos no permiten, por ahora, ofrecer un panorama sobre el estado del conocimiento de este género. Komárek & Fott (1983) reconocen 39 especies en dos grupos: *Scenedesmus* (23) y *Acutudesmus* (16).

Diversidad. En México se han registrado 59 nombres, pero muchos de ellos son especies con espinas a las que no se les ha asignado la sinonimia adecuada.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Ápice celular agudo.
1. Ápice celular redondeado.

S. acutus
S. ecornis

Scenedesmus acutus Meyen, Verh. K. Leopold.-Carol. Akad. Naturf. 14: 775. 1829. TIPO: ALEMANIA. Cerca de Potsdam, Havel, sobre *Alcyonella stagnorum* Lamark.

Scenedesmus crassus Chodat, Z. Hydrol. 3: 130, figs. 15f, 21. 1926. TIPO: no localizado.

Scenedesmus scenedesmoides Chodat, Z. Hydrol. 3: 136, figs. 15d, 26. 1926. TIPO: no localizado.

Scenedesmus tetradesmiformis (Woloszynska) Chodat, Z. Hydrol. 3: 141. 1926. *Scenedesmus anntenatus* Brébisson var. *tetradesmiformis* Woloszynska, Bull. Int. Acad. Sc. Cracovia, Cl. Sc. Math. et Nat., ser. B, 1917: 124, fig. 1; pl. 14, figs 8-18. 1917. TIPO: POLONIA. Lago Switez, cerca de Nowogródek.

Cenobios rectos, aunque no en un plano, 11.5-20.2 μm diámetro, ocasionalmente las células están alternas en dos hileras unidas la 1/2 de la longitud de cada una. **Células** externas con lados rectos, polos curvos, ápice agudo, 3.0-4.0 μm diámetro, 10.7-16.6 μm largo, 3.8-5.0 μm grosor; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1, granulaciones citoplásmicas abundantes y gotas de aceite dispersas; **pared celular** lisa. Fig. 19.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 192).

Hábitat. Plantónica en aguas eutrofizadas. En el Valle crece como edáfica y epilítica formando parte de películas compactas y crecimientos hemisféricos en orillas de lagos y arroyos, temperatura del agua: 20-21 °C, pH 7.0.

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg ex Ralfs) Chodat, Z. Hydrobiol. 3: 170. 1926.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson var. *ecornis* (Ehrenberg) Ralfs, Brit. Desm. 190, pl. XXXI, figs. 12h, 12i. 1848. *Scenedesmus quadricaudatus* (Turpin) Ehrenberg var. *ecornis* Ehrenberg, Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, Physik. Kl. 1833: 309. 1834. TIPO: ALEMANIA, INGLATERRA (sintipos).

Cenobios planos en una hilera regular o ligeramente alternos de 4-8 células, 15.9-18.9 μm , diámetro. **Células** elipsoidales, 3.5-5.4 diámetro 10.4-13.1 μm largo, con ápice romo, redondeado; **cloroplasto** lateral, pirenoide 1; **pared celular** lisa. Fig. 20.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado de los estados de Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. OAXACA: **Dto. Teotitlán:** Carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 227); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable,

cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010), (FCME-PAP 1017). **PUEBLA: Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276).

Hábitat. Planctónica en aguas corrientes o estancadas. En el Valle crece como epipsámica, planctónica y epipélica formando parte de espumas, céspedes filamentosos, natas y perifiton en ambientes mixtos, ríos, arroyos y canales, temperatura del agua: 21-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 ups.

SELENASTRACEAE (Blackman & Tansley) Fritsch

Células solitarias o en **colonias**, alargadas, fusiformes, rectas o arqueadas, lunadas hasta helicoidales. **Multiplicación** por autosporas. La citocinesis es longitudinal, lo que forma autosporas alineadas en el eje principal.

Discusión. En el sistema de Ettl & Gärtner (1995) los dos géneros que hemos incluido en esta familia son parte de Chlorellaceae. Komárek & Fott (1983) los incluyen en la subfamilia Ankistrodesmoideae de la familia Chlorellaceae. En *AlgaeBase* (2012), la familia Ankistrodesmaceae es parte del orden Sphaeropleales. La división longitudinal, progresiva no perpendicular, es un criterio de suficiente peso para separarla como una familia distinta a las Chlorellaceae.

Diversidad. Familia con 16 géneros y 106 especies en el mundo, 7 géneros y 44 especies en México, 2 géneros y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

- 1. Células en colonias pequeñas, rara vez solitarias, pirenoide ausente. *Kirchneriella*
- 1. Células solitarias, libres, pirenoide presente. *Monoraphidium*

1. *KIRCHNERIELLA* Schmidle

- 1. *KIRCHNERIELLA* Schmidle, Ver. Naturf. Ges. Freiburg 7: 82. 1893.

Colonias microscópicas, mucilaginosas, de 4-16 células, raro más, ordenadas radialmente en el mucílago o **células solitarias** ovales, fusiformes, lunadas o irregularmente alargadas; **cloroplasto** parietal con un pirenoide; **pared celular** delgada, lisa. **Multiplicación** por 4-8 autosporas que se mantienen en el mucílago materno.

Discusión. La división celular en microscopio fotónico semeja una secuencia en plano longitudinal, pero en realidad es una secuencia en plano transversal, formando cuatro células alineadas dentro de la pared materna.

Diversidad. Género con 18 especies en el mundo, 8 con 2 variedades en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

Kirchneriella diana (Bohlin) Comas, Acta Bot. Cubana 2: 4. 1980. *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius var. *diana* Bohlin, Bih. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. 23 (Afd. III, 7): 20, pl. I: figs. 28-30. 1897. TIPO: BRASIL. Matto Grosso, Rio Grande do Sul.

Colonias microscópicas, irregulares formadas por cenobios de 2-8 células, con disposición radial en el mucílago, distantes entre sí; **vaina** incolora, difluente, hidrolizada en el margen. **Células** lunadas, ápice ligeramente alargado formando una V, 1.3-4.0 µm diámetro, 6.4-8.2 µm largo; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1. Fig. 21.

Distribución. Principalmente tropical, aunque también registrada en España. En México se ha encontrado en los estados de Michoacán, Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 226). PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). Mpio. Tepanco de López: Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco, ramal del canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5.0 m de ancho, agua turbia con un sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 280), (FCME-PAP 281).

Hábitat. Planctónica en aguas estancadas mesotróficas. En el Valle crece como planctónica y como parte de crecimientos hemisféricos epilíticos en arroyos y canales, temperatura del agua: 20-32 °C, pH 6.0-7.0.

2. *MONORAPHIDIUM* Komárková-Legnerová

2. *MONORAPHIDIUM* Komárková-Legnerová, Stud. phyc. 96. 1969.

Células solitarias, libres, fusiformes, rectas, curvas, sigmoides o helicoidales, con ápice agudo o redondeado **cloroplasto** 1, parietal, pirenoide ausente; **pared celular** delgada, lisa, sin mucílago. **Multiplificación** por 2-8 autosporas con división longitudinal en la célula materna.

Diversidad. Género con 21 especies en el mundo, 14 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolitas, principalmente en regiones templadas.

Monoraphidium minutum (Nägeli) Komárková-Legnerová, Stud. phyc. 109. 1969. *Rhaphidium minutum* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg.: 83, pl. IV: C, fig. 2. 1849. *Selenastrum minutum* (Nägeli) Collins, Phyc. Bor. Amer. 1422. 1907. TIPO: SUIZA. Zürich.

Ankistrodesmus convolutus Corda var. *obtus* Printz, K. Norske Vid. Selsk. Skr. 1915(4): 40, pl. V, figs. 242, 243. 1916. TIPO: RUSIA. Siberia, Minusinsk.

Ankistrodesmus minutissimus Korshikov, Protococcineae: 295, fig. 255. 1953. TIPO: UCRANIA. Estación Biológica de Pirnichno-Donetz, distrito Kharkivska.

Ankistrodesmus lunulatus Belcher & Swale, Brit. Phyc. Bull. 2: 128, fig. 1 C. 1962. TIPO: INGLATERRA. Canal cerca de Tewitfield, Lancashire.

Células solitarias lunadas, 3.2-4.5 μm diámetro, 10.4-12.1 μm largo, con ápice poco alargado, ligeramente agudo o redondeado; ligeramente sigmoide o rectas; **cloroplasto** parietal cubriendo casi todo el contorno celular, pirenoide ausente. No se observaron autosporas. Fig. 22.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de México, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala y Yucatán.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1017). PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 950). Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica o metafítica en aguas estancadas y corrientes. En el Valle crece como metafítica en lagos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 6.5-7.6, salinidad 5 ups.

PROTOSIPHONALES Ettl & J. Komárek

Bibliografía. Ettl, H. & J. Komárek. 1982. Was versteht man unter dem Begriff "coccale Grünalgen"? *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 60: 345-374. Komárek, J. 1989. Polynuclearity of vegetative cells in coccal green algae from the family Neochloridaceae. *Arch. Protistenk.* 137: 255-273.

Colonias de forma regular o células solitarias. **Células** vegetativas multinucleadas (cenocíticas), vacuola central grande; **cloroplastos** parietales, masivos, perforados o reticulados, con abundantes pirenoides; **pared celular** lisa o con engrosamientos de varios tipos, con esporopolenina. **Multiplificación** por zoosporas 2-flageladas, desnudas y uninucleadas y por aplanosporas, sin autosporas, las zoosporas sin papilas. Las células hijas se desarrollan dentro de la pared materna y el proceso es idéntico para la formación de zoosporas y aplanosporas. **Reproducción sexual** isógama. **Ciclo de vida** haplobióntico haploide.

Discusión. Este orden no ha sido referido frecuentemente. La mayoría de los autores lo tratan como familia en el orden Chlorococcales *s.l.* o en Chlorellales (Ettl & Gärtner, 1995). La condición multinucleada es de peso taxonómico suficiente para separarla como un grupo independiente y es el mismo criterio que se utiliza para separar, en las algas filamentosas, a Siphonocladales o Cladophorales. De los 6 géneros presentes en el Valle, 3 de la familia Neochlo-

ridaceae (*Follicularia*, *Neochloris* y *Spongiochloris*), no fueron identificados a nivel de especie, pues requieren cultivos para ello.

Diversidad. Orden con 6 familias, 22 géneros y 92 especies en el mundo, 5 géneros, 18 especies y 13 variedades en México, 6 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

- | | |
|---|------------------|
| 1. Cenocitos tubulares o planos formando cenobios de forma regular. | Hydrodictyaceae |
| 1. Cenocitos esféricos a tubulares aislados. | Protosiphonaceae |

HYDRODICTYACEAE (S.F. Gray) Dumortier

Cenobios de forma regular, cenocitos de forma regular; **cloroplastos** reticulados o masivos; **pared celular** lisa o con engrosamientos. **Multiplicación** por células flageladas producidas por división simultánea nadan dentro de la pared materna o en una vesícula derivada de las capas internas de la pared materna, posteriormente pierden los flagelos y se disponen en el arreglo del cenobio original, por último se liberan por rompimiento de la pared o vesícula. **Reproducción** sexual isógama con producción de gametos de manera similar a las zoosporas; el cigoto esférico produce meiosporas que al germinar forman células poliédricas, después de un periodo de crecimiento estas células forman zoosporas que serán liberadas en una vesícula, en donde formarán un cenobio miniatura.

Diversidad. Familia con 4 géneros y cerca de 35 especies en el mundo, 3 géneros, 17 especies y 14 variedades en México, 2 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Una especie cosmopolita, el resto con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Cenobios formando una malla, cenocitos tubulares reunidas por el ápice. | <i>Hydrodictyon</i> |
| 1. Cenobios planos, cenocitos poligonales reunidas por los lados o los vértices. | <i>Pediastrum</i> |

1. *HYDRODICTYON* Roth

1. *HYDRODICTYON* Roth, Tent. Fl. Germ. 3: 531. 1800.

Cenobios formados por la unión apical de **cenocitos** alargados, cilíndricos que forman una malla hexagonal o poligonal, generalmente en forma de una bolsa cerrada y cilíndrica, redondeada en los ápices. Los cenocitos “adultos” alcanzan un gran tamaño; **cloroplasto** reticulado, pirenoides abundantes, citoplasma ubicado parietalmente por la gran vacuola central; **pared celular**

lisa. **Multipliación** por zoosporas resultado de una citocinesis simultánea; las zoosporas nadan dentro de la célula materna y al momento de la quiescencia se disponen poligonalmente uniando los ápices, posteriormente la pared materna se rompe y es liberado el nuevo cenobio. **Reproducción sexual** isógama, los gametos son formados de manera similar a las zoosporas, pero se liberan al medio; el cigoto resultante es esférico y en él se produce la meiosis dando lugar a cuatro zoosporas que se transforman cada uno en una célula poliédrica, la división posterior de esta célula, en un vesícula mucilaginosa, forma zoosporas que se reúnen por los ápices, formando cenobios planos, no cerrados. La siguiente generación de zoosporas dará lugar a las bolsas cerradas características de algunas especies. Las que no forman estas bolsas siempre darán lugar a cenobios planos, no tridimensionales.

Diversidad. Género con 4 especies en el mundo, 1 en México.

Distribución. Generalmente de distribución restringida.

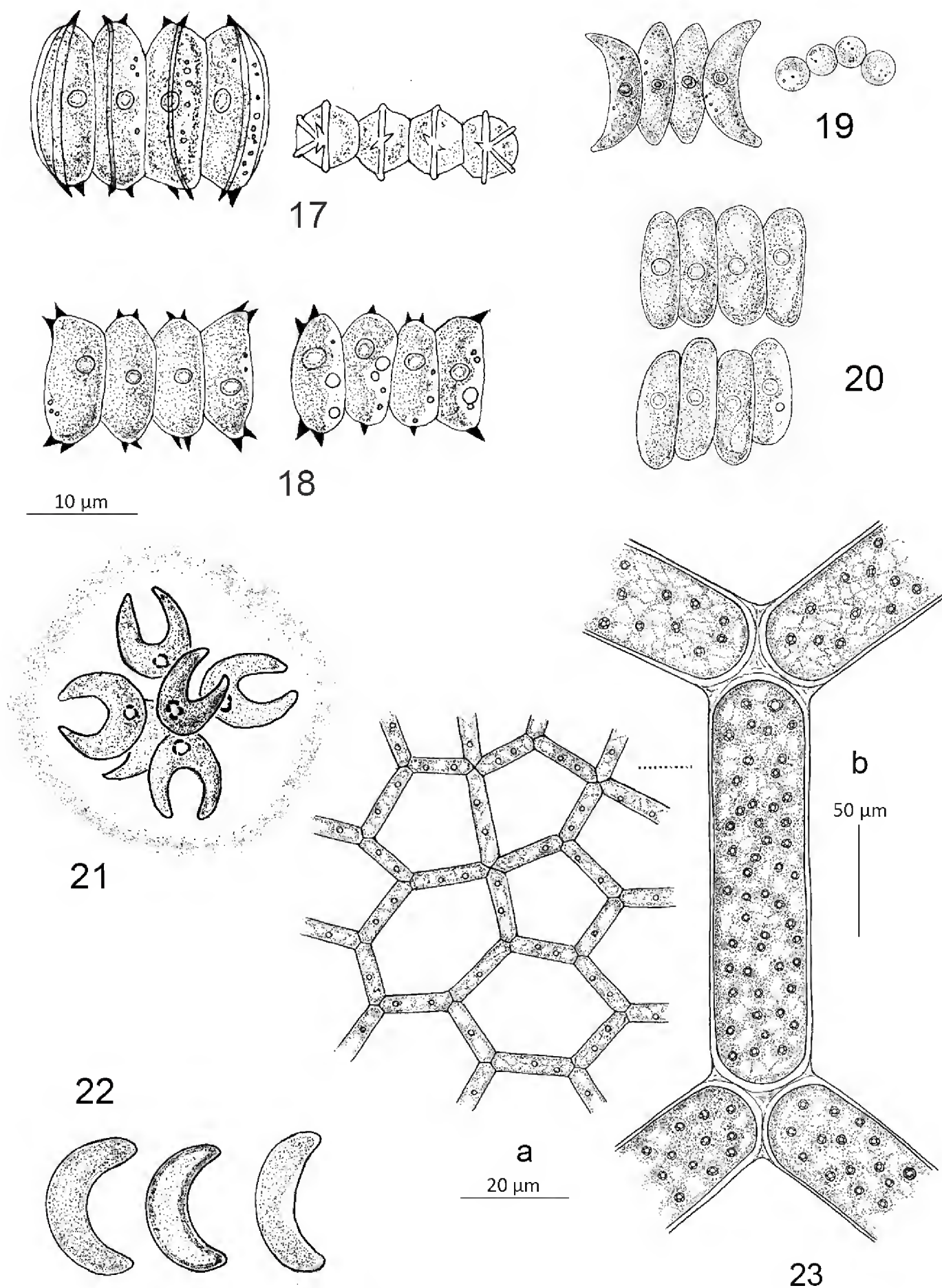
Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerheim, Öfvers. K. [Svenska] Vet.-Akad. Förh. 40(2): 71. 1883. *Conferva reticulata* L., Sp. Pl. 2: 1165. 1753. *Hydrodictyon utriculatum* Roth, Tent. Fl. Germ. 3: 531. 1800. *Hydrodictyon pentagonum* Vaucher, Hist. Conf. 88, pl. 9. 1803. TIPO: EUROPA. "Habitat in Europae fluviis ad eorum littora"; cites *Conferva reticulata* Dillenius.

Cenobios en forma de red cerrada, conformada por 5-6 grupos de cenocitos, hasta 40.0 cm largo. **Cenocitos** cilíndricos, hasta 187 µm diámetro, hasta 602 µm largo, evidentes a simple vista en su mayoría; **cloroplasto** parietal, reticulado, pirenoides numerosos y abundantes núcleos; **pared celular** lisa y homogénea en todo el cenocito, sin engrosamientos internos. No se observó reproducción sexual. Fig. 23.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4), (FCME-PAP 7), (FCME-PAP 9); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277); Tehuacán, represa de aguas negras, aguas de color oscuro, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 300); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 937), (FCME-PAP 939).

Hábitat. Metafítica y perifítica en aguas estancadas o corrientes lentas. En el Valle crece como metafítica, epipélica y epipsámica formando parte de natas y céspedes filamentosos en charcos, canales, represas y estanques artificiales, temperatura del agua: 21-31 °C, pH 6.5-7.5.



Figuras 17-23. Chlorophyta. Chlorellales. 17. *Desmodesmus brasiliensis*. 18. *Desmodesmus denticulatus* var. *linearis*. 19. *Scenedesmus acutus*. 20. *Scenedesmus ecornis*. 21. *Kirchneriella diana*. 22. *Monoraphidium minutum*. Protosiphonales. 23. *Hydrodictyon reticulatum*. -a. Detalle de colonia joven. -b. Detalle de célula adulta.

2. *PEDIASTRUM* Meyen

2. *PEDIASTRUM* Meyen, Verh. K. Leopold.-Carol. Akad. Naturf. 14: 772. 1829.

Cenobios planos o curvos, formados por una sola capa de cenocitos dispuestos radialmente, los cenobios pueden tener perforaciones de tamaño variable entre las células. **Células** marginales, generalmente con proyecciones, células internas poligonales; **cloroplasto** parietal, pirenoide 1, grande; **pared celular** lisa, granulada, verrugosa o reticulada. Las células adultas son multinucleadas. **Multiplificación** por 4-16 zoosporas. **Reproducción sexual** con un cigoto que germina en múltiples zoosporas que a su vez se transforman en células poliédricas originarias de los cenobios planos.

Diversidad. Género con 24 especies en el mundo, 14 especies con 14 variedades en México, 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Parte media de las células marginales, entre las proyecciones, plana o en forma de U. *P. boryanum*
1. Parte media de las células marginales con una incisión en forma de V. *P. tetras*

Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini, Linnaea 14: 210. 1840. *Helierella boryana* Turpin, Mém. Mus. Hist. Nat. [Paris] 16. 319, pl. 13: fig. 22. 1828. TIPO: "Dans les eaux douces et pures, parmi les Conferves".

Cenobio generalmente circular, sin perforaciones, formado por 4-32(-64) células, cenobio de 16 células, 60.7 µm diámetro. **Células** planas, 15.4-19.1 µm diámetro, 10.2-11.9 µm largo, en círculos concéntricos, poligonales, las células externas con 2 proyecciones en el mismo plano del cenobio, hialinas, la parte media, entre las proyecciones, plana o con forma de U, los lados de las células son rectos y sin incisiones marginales; **pared celular** ornamentada con puntos finos, regularmente dispuestos y espaciados. Fig. 24.

Discusión. Se han descrito 9 variedades, tres de ellas (var. *boryanum*, var. *brevicorne* A. Braun. y var. *longicorne* Reinsch) se han observado en México y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en la mayoría de los casos en poblaciones mixtas. Probablemente se trate de un solo taxón muy variable.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal, y los estados de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 226), (FCME-PAP 227); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010), (FCME-PAP 1017). PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-

Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 942). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Especie planctónica y metafítica en aguas eutrofizadas estancadas. En el Valle crece como planctónica, epipélica y epipsámica formando parte de céspedes filamentosos, perifiton, natas, tapetes y espumas en canales, arroyos, charcos, lagos y ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH 6.0-8.6, salinidad 5 ups.

Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs, Ann. & Mag. Nat. Hist. 14: 469. 1845.

Micrasterias tetras Ehrenberg, Infusionsthierchen: 155, pl. XI: fig. I. 1838. TIPO: ALEMANIA. "bei Berlin, Carlsbad (sic), vielleicht bei Weissenfels".

Pediastrum rotula Kützing, Phycol. Germ.: 143. 1845. TIPO. ALEMANIA. In Torfgräben.

Pediastrum ehrenbergii (Corda) A. Braun, Alg. unicell.: 97. 1855. *Euastrum ehrenbergii* Corda, Alman. Carlsbad 9: 238, pl. II: fig. 8. 1839 (sin descripción). TIPO. REPÚBLICA CHECA. Reichenberg [Liberec]; Carlsbad [Karlovy Vary].

Pediastrum incavatum Turner, Alg. Ind. Orient.: 160, pl. XXI, fig. 21. 1893. TIPO: INDIA. Bengala. *Wallich*.

Cenobios rectangulares, circulares, ovales o irregulares, 15.0-16.0 µm ancho y largo de los cenobios de 4 células, de 4-16 células planas sin perforaciones entre ellas. **Células** internas 6.2-8.8 µm diámetro, 6.9-8.2 µm largo, 4-6 lados rectos y ocasionalmente con una incisión muy angosta que alcanza hasta la mitad de la célula; células marginales trapezoidales o pentagonales con una incisión angosta, linear 3.4-4.2 µm largo, que termina en un vértice agudo en forma de V o de U, en ambos lados de la incisión hay 2 prolongaciones cortas; **pared celular** finamente ornamentada en un arreglo reticular. Fig. 25.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tehuacán:** Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 936); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 943). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica y metafítica en lagos, estanques y pantanos meso- a eutróficos. En el Valle crece como planctónica y metafítica formando parte de natas, perifiton y céspedes filamentosos en lagos, estanques artificiales y charcos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 6.5-7.5.

PROTOSIPHONACEAE Blackman & Tansley

Talos esféricos hasta tubulares, con grandes vacuolas centrales; **cloroplastos** reticulados, con pirenoides abundantes; **pared celular** lisa. **Reproducción sexual** isógama. **Ciclos de vida** con presencia de zoosporas y gametos 2-flagelados, también por diferentes estados de reposo como aplanosporas o cenocistos; la formación de zoosporas se realiza por divisiones sucesivas del protoplasma en sectores con algunos núcleos y luego hasta la condición uninucleada de las zoosporas.

Diversidad. Familia con 3 géneros y 5 especies, 1 en México, sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Una especie cosmopolita, el resto de distribución restringida.

1. *PROTOSIPHON* Klebs

1. *PROTOSIPHON* Klebs, Beding. Fortplantz. Alg. u. Pilz.: 221. 1896.

Talos cenocíticos, esféricos (vesiculares) cerca de 0.5 mm diámetro; **cloroplasto** reticulado en la parte expuesta, pirenoides abundantes y una gran vacuola central, la parte subterránea consiste de un rizoides incoloro; **pared celular** lisa. **Multiplificación**, en algunas vesículas se desarrollan cenocistos, zoosporas o gametos.

Diversidad. Género monotípico

Distribución. Cosmopolita.

Protosiphon botryoides (Kützinger) Klebs, Beding. Fortplantz. Alg. u. Pilz.: 222. 1896. *Protococcus botryodes* Kützinger, Tab. phyc. 1: 2, pl 2. 1846. TIPO: ALEMANIA. Nordhausen, tierra desnuda de jardín.

Talos 36.6-69.2 µm diámetro, con las características del género. En Tehuacán se observaron cenocitos esféricos, tubulares y algunos saceliformes, 26.8-33.3 µm diámetro. Fig. 26.

Distribución. Cosmopolita. En México sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepeaca: San Hipólito Xochitenango, río de sustrato calcáreo muy accidentado, sin cantos rodados, en una cañada de unos 20.0 m de profundidad, gran depositación de limo en las orillas, hay pozas, rápidos, remansos, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 887), la localidad está fuera de los límites del Valle pero se incluye porque el río se comunica con el sistema hidrológico del río Salado.

Hábitat. Edáfica, subaérea. En San Hipólito Xochitenango crece en las orillas del río entremezclada con películas filamentosas, se obtuvo de un cultivo de suelo húmedo de la misma muestra.

CHLOROSARCINALES Groover & Bold

Bibliografía. Deason, T.R. 1984. A discussion of the Classes Chlamydomonadales and Chlorophyceae and their subordinate taxa. *Pl. Syst. Evol.* 146: 75-86. Groover, R.D. & H.C. Bold. 1969. VIII. The taxonomy and comparative physiology of the Chlorosarcinales and certain other edaphic algae. *Phycological Studies*. The University of Texas, Austin. 165 p. Thomas, D.L. & R.D. Groover. 1973. Electrophoretic and immunological analyses of seven chlorosarcinacean algae. *J. Phycol.* 9: 289-296. Tschermak-Woess, E. 1982. Über die Abgrenzung der Chlorosarcinales von Chlorococcales. *Pl. Syst. Evol.* 139: 295-301.

Paquetes o tétradas, nunca filamentos. **Células** esféricas, cúbicas o poliédricas, formando sarcinas densas, **cloroplasto** parietal en forma de copa, axial estrellado o laminar lobado. **División vegetativa** por desmoesquisis. **Multiplificación** por zoosporas 2-flageladas desnudas, nunca autosporas. **Reproducción sexual** isógama. **Ciclo de vida** haplobiéntico haploide.

Discusión. Un orden en discusión por algunos autores, las especies reunidas en él se han distribuido entre Chlorococcales, Protosiphonales, Chaetophorales o Chlorokybales. El carácter fundamental utilizado por Bold y colaboradores para su caracterización (la desmoesquisis) no es ponderado por otros autores con el mismo peso respecto de características mitóticas, condición nuclear, tipo de zoosporas, sin embargo, creemos que en el contexto evolutivo general de las Chlorophyta es importante y sólo aparece en otro grupo derivado. Por la situación taxonómica indefinida, el número de géneros y especies que incluye este orden es incierto. Bourrelly (1988) incluyó 30 géneros en este grupo, con un número indeterminado de especies.

Diversidad. En México sólo se han registrado 2 géneros y 2 especies, ambas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Se han descrito a partir de cultivos de suelo de zonas templadas.

CHLOROSARCINACEAE Groover & Bold

Única familia del orden, con las características anotadas arriba.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Células con cloroplasto parietal, con perforaciones, no esponjoso. *Chlorosarcinopsis*
1. Células con cloroplasto esponjoso. *Spongiococcum*

1. CHLOROSARCINOPSIS Herndon

1. *CHLOROSARCINOPSIS* Herndon, Amer. J. Bot. 45: 298. 1958.

Paquetes cúbicos. **Células** esféricas con división celular en cualquier dirección, uninucleadas; **cloroplasto** 1, parietal con perforaciones, pirenoides 1-2 por célula. **Multiplificación** por zoosporas 2-flageladas o aplanosporas.

Diversidad. Género con 17 especies en el mundo, 1 en México, se conoce sólo del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. América, Asia y Europa. La mayoría de las especies han sido aisladas de suelo, tanto en zonas templadas como tropicales.

Chlorosarcinopsis bastropiensis Groover & Bold, Univ. Texas Publ. 6907: 27, figs. 16, 88-93, 159:4. 1969. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Texas, suelo de Bastrop State Park, Bastrop County, 1965, cult. N. RDG-18.

Colonias verde pasto, formadas por **paquetes** cúbicos. **Células** esféricas o poliédricas por mutua compresión, 5.9-13.3 μm diámetro; **cloroplasto** 1, parietal perforado, llenando casi la totalidad de la periferia de la célula, las jóvenes 4.5 μm diámetro, con un cloroplasto en forma de urna, abierto en la parte basal de la célula; **pared celular** de las células adultas es ligeramente ondulada y gruesa, rodeada por una matriz mucilaginosa difluente; zoosporas, 3.0 μm diámetro, 10.0 μm largo, alargadas con la parte anterior más aguda que la posterior, 2-flageladas, flagelos iguales, cloroplasto 1, en forma de copa, pirenoide 1, basal y un estigma anterior. **División vegetativa** por quiescencia, las células se tornan esféricas. **Multiplificación** por zoosporas, 3.0 μm diámetro, 10.0 μm largo. Fig. 27.

Distribución. Especie conocida de los Estados Unidos, en México sólo se conoce del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, de muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1), (FCME-PAP A1m/h).

Hábitat. Crece en suelo seco como películas mucilaginosas compactas. En el Valle se obtuvo de cultivos de suelo seco.

2. *SPONGIOCOCCUM* Deason

2. *SPONGIOCOCCUM* Deason, Amer. J. Bot. 46:572. 1959.

Paquetes irregulares o en pares o tétradas. **Células** vegetativas solitarias, sin vainas mucilaginosas; células jóvenes elipsoidales, ovales hasta redondas; núcleo 1, en el lumen del cloroplasto, vacuolas contráctiles 2; **cloroplasto** 1, parietal, esponjoso, pirenoide 1, ligeramente lateral, gránulos de almidón grandes o dispuestos en forma continua, **pared celular** delgada, transparente, no se engrosa durante el ciclo celular. **Multiplificación** por 4-32 zoosporas o 4-16 aplanosporas que se liberan por rompimiento de la pared materna, pero quedan reunidas en grupos; zoosporas 2-flageladas, elipsoidales a ovales, con pared celular delgada y una papila amplia, cloroplasto parietal, completo, con un pirenoide basal, un estigma y un núcleo mediano.

Discusión. Este género fue trasladado por Deason al orden Chlorosarcinales, sin embargo, la mayoría de los autores lo colocan dentro de Chlorococcales (Komárek & Fott 1983, en sentido amplio o Ettl & Gärtner 1995, en sentido estricto).

Diversidad. Género con 3 especies, sólo una es aceptada, las otras dos han sido trasladadas a otros géneros (*AlgaeBase*, 2012), en México sólo se conoce del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. La única especie reconocida proviene de cultivos de suelo de los Estados Unidos.

Spongiococcum tetrasporum Deason, Amer. J. Bot. 46:574, figs. 1-9, 31-32. 1959. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Alabama, en plantío de algodón.

Células con las características genéricas, 23.4-25.0 µm diámetro, forma tétradas o paquetes irregulares. **Multiplificación** por aplanosporas, 9.0 µm diámetro, 13.0 µm. Fig. 28.

Distribución. Sólo se ha registrado de los Estados Unidos y en México del estado de Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepeaca: San Hipólito Xochitengo, río de sustrato calcáreo muy accidentado, sin cantos rodados, en una cañada de unos 20.0 m de profundidad, gran depositación de limo en las orillas, hay pozas, rápidos, remansos, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 887), localidad está fuera de los límites del Valle pero se incluye porque el río se comunica con el sistema hidrológico del río Salado.

Hábitat. Edáfica. En el Valle de crece como parte de películas filamentosas en ambientes mixtos, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

OEDOGONIALES Luerssen

De este orden existen recolecciones de una especie de *Bulbochaete* y de 12 especies de *Oedogonium*, todas de ejemplares estériles por lo que su identificación no es posible.

MICROSPORALES Bohlin

Bibliografía. Heering, W. 1914. *Chlorophyceae III. Ulothrichales, Microsporaes, Oedogoniales*. Jena: Gustav Fischer. 250 p.

Talos filamentosos libre flotantes, uniseriados, no ramificados. **Células** cilíndricas, tan largas como anchas, **cloroplasto** 1, reticulado, pirenoides ausentes, núcleo central; **pared celular** compuesta de segmentos en forma de H en sección óptica, cada segmento cubre la mitad de la célula anterior y la mitad de la célula posterior. **Multiplificación** por fragmentación, por zoosporas 2-4-flageladas, aplanosporas y acinetos. **Reproducción sexual** no observada.

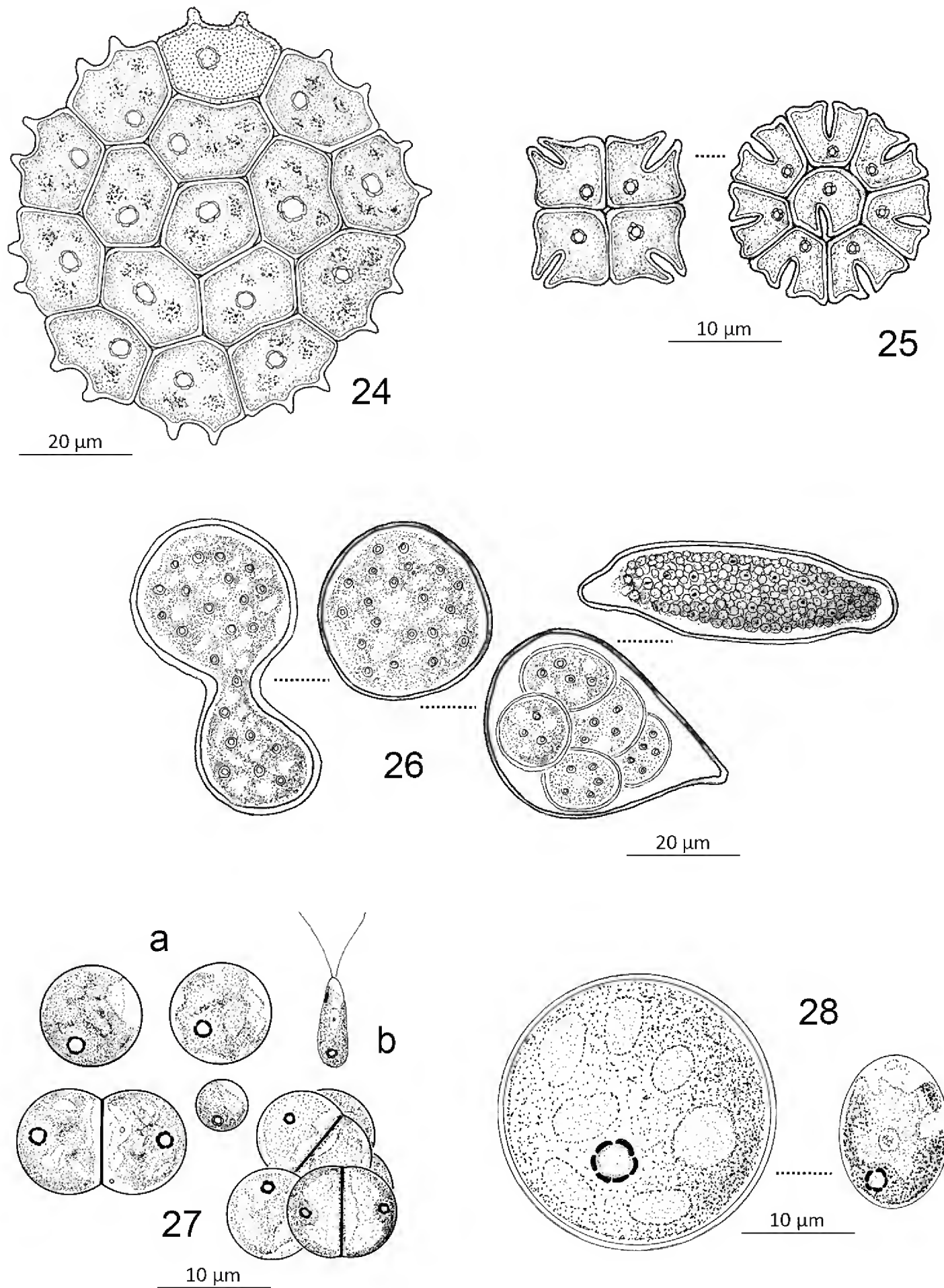
Discusión. Según Ettl & Gärtner (1995) el género nominal debe incluirse en el orden Gloeotilales.

Diversidad. Orden con 1 familia, monogenérica, 4 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Con distribución restringida, la mayoría de regiones templadas.

MICROSPORACEAE Bohlin

Única familia del orden, con los caracteres diagnósticos del mismo. Un solo género con cerca de 19 especies.



Figuras 24-28. Chlorophyta. Protosiphonales. 24. *Pediastrum boryanum*. 25. *Pediastrum tetras*. 26. *Protosiphon botryoides*. Chlorosarcinales. 27. *Chlorosarcinopsis bastropiensis*. -a. Células adultas. -b. Zoospora. 28. *Spongiococcum tetrasporum*.

1. *MICROSPORA* Thuret

1. *MICROSPORA* Thuret, Ann. Sci. Nat. Bot. III, 14(4): 221. 1850.

Filamentos cilíndricos, no ramificados, formados por células idénticas; cuando jóvenes son bentónicas y flotantes en estadios adultos. **Células** uninucleadas; **cloroplasto** parietal reticulado, pirenoide ausente; almidón abundante, disperso entre el cloroplasto; **pared celular** estratificada, formada por dos fragmentos idénticos unidos en el ecuador celular, cada fragmento tiene forma de H en sección óptica y es común a dos células vecinas. **Multiplicación** por medio de zoosporas 2-4-flageladas.

Diversidad. Género con 27 nombres específicos, sólo 19 son válidos, 4 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. La mayoría de regiones templadas y restringidas.

Microspora stagnorum (Kützinger) Lagerheim, Ver. Deutsch. Bot. Ges. 5(8): 414. 1887. *Conferva stagnorum* (Kützinger) Kützinger, Phyc. gen. 257. 1843. *Conferva tenerrima* Kützinger β *stagnorum* Kützinger, Alg. aq. dulc. germ. 6: 4. 1833. *Ulothrix stagnorum* [*stagnora*] (Kützinger) Kützinger, Tab. Phyc. 2: 27. 1852. TIPO: ALEMANIA. "In fossis stagnantibus, in Nietleben bei Halle".

Filamentos finos. **Células** cilíndricas hasta 4.5 veces más largas que anchas, 4.8 μm diámetro, 13.9-22.4 μm largo; **cloroplasto** 1, perforado, no cubre la totalidad de la célula; núcleo central 1, axial; **paredes** muy delgadas, las piezas en H poco evidentes. Fig. 29.

Distribución. Principalmente de regiones templadas. En México se le ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Jalisco y Puebla.

Ejemplar examinados. PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183).

Hábitat. Planctónica y metafítica en aguas corrientes y estancadas. En el Valle crece como planctónica formando parte de natas en lago, temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0

CHAETOPHORALES Wille

Bibliografía. Printz, H. 1964. *Die Chaetophorales der Binnengewässer*. Den Haag: Dr. W. Junk. 376 p. Sarma, P. 1986. *The freshwater Chaetophorales of New Zealand*. Berlin-Stuttgart: J. Cramer. 455 p. Saxena, P.N. 1961. *Algae of India I. Chaetophorales*. Lucknow: National Botanic Gardens India. 59 p. Tupa, D.D. 1974. *An investigation of certain Chaetophoralean algae*. Lehre: J. Cramer. 155 p.

Talos filamentosos uniseriados, ramificados, se diferencian partes postradas (con rizoides) y erectas (con proyecciones celulares en forma de pelos); partes postradas, como pseudoparénquimas complejos; partes erectas, fila-

mentos aislados o unidos en paquetes filamentosos. **Células** uninucleadas, **cloroplasto** 1, parietal, laminar, pirenoides 1-más. **Multipliación** por zoosporas 2-4-flageladas o por aplanosporas. **Reproducción sexual** anisógama. **Ciclo de vida** haplobiéntico haploide o diplobiéntico iso- o heteromórfico.

Discusión. También este orden está en cambio constante, muchos géneros cambiaron de Orden e incluso de Clase. Aquí se sigue a Bourrelly (1972), excluyendo a las Chlorosarcinales

Diversidad. Familia con 76 géneros y más de 200 especies en el mundo, 15 géneros y 35 especies en México, 3 géneros y 4 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

- | | |
|---|------------------|
| 1. Talos pseudoparenquimatosos. | Schizomeridaceae |
| 1. Talos filamentosos heterótricos. | |
| 2. Filamentos erectos rudimentarios. | Aphanochaetaceae |
| 2. Filamentos erectos bien desarrollados. | Chaetophoraceae |

APHANOCHAETACEAE Oltmanns

Filamentos heterótricos, los filamentos erectos rudimentarios. **Células** con setas unicelulares generalmente con una base bulbosa; **cloroplasto** 1, parietal, laminar, pirenoides 1-varios. **Multipliación** por zoosporas 2-4-flageladas. **Reproducción sexual** iso-, aniso- u oógama con gametos 4-flagelados.

Diversidad. Familia con 11 géneros y más de 20 especies en el mundo, 3 géneros y 4 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, varios géneros escasamente registrados.

1. *APHANOCHAETE* A. Braun

1. *APHANOCHAETE* A. Braun, Bertracht. Erschein. Verjüng.: 196. 1850.

Talo epifítico, compuesto de **filamentos** irregularmente ramificados o sin ramificar. **Células** globulares o cilíndricas, a menudo infladas y con una a varias setas largas infladas por la base; setas sin vainas basales, se elevan directamente de la pared celular libre; **cloroplasto** parietal, laminado con uno o dos pirenoides. **Multipliación** por zoosporas 4-flageladas o por aplanosporas. **Reproducción sexual** anisógama con gametos 4-flagelados, el cigoto tiene doble pared, rojiza a amarillenta.

Diversidad. Género con 6 especies, en México sólo se ha registrado una especie.

Distribución. Excepto la especie tipo, las demás tienen una distribución restringida, todas son epífitas.

Aphanochaete repens A. Braun, Bertracht. Erschein. Verjüng.: 196. 1850.
TIPO: ALEMANIA. Freiburg.

Talos epífitos sobre *Cladophora* spp., firmemente adheridos, la mayoría poco desarrollados, no más de 30 células; ramas erectas poco desarrolladas. **Células** globosas a subcilíndricas, 9.8-5.5 µm diámetro, 8.0-8.6 µm largo, irregularmente ramificadas, paredes gruesas; **cloroplasto** 1, parietal, pirenoide 1 y gotas pequeñas de aceite rojo dispersas, cada célula produce 1-2 setas, 4.2 µm diámetro de la base de las setas. Material estéril. Fig. 30.

Distribución. Cosmopolita. En México se le ha registrado de los estados de México, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. **OAXACA:** Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010). **PUEBLA:** Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183).

Hábitat. Epífita principalmente en aguas corrientes pero también está presente en aguas estancadas. En el Valle crece como epífita sobre *Cladophora* spp. y metafítica formando parte de espumas y natas en ambientes mixtos y lagos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 7.0-7.6, salinidad 5 ups.

CHAETOPHORACEAE Greville

Talos diferenciados en una parte pseudoparenquimatosa y una parte erecta de filamentos, con diferenciación en las células del eje y de las ramas, diferencias entre las de las ramas de distinto orden, células terminales de las ramas generalmente atenuadas o terminan en pelos multicelulares hialinos; especies con formas sólo postradas o sólo erectas. **Células** cilíndricas o moniliformes; **cloroplasto** 1, parietal, laminar, completo o no, pirenoides 1-más. **Multipli-**
cación por zoosporas 2-4-flageladas. **Reproducción sexual** isógama o anisógama, con gametos 2-4-flagelados.

Diversidad. Familia con 55 géneros y más de 150 especies en el mundo, 6 géneros y 21 especies en México, 1 género y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

1. *STIGEOCLONIUM* Kützing

1. *STIGEOCLONIUM* Kützing, Phyc. gen. 253. 1843.

Filamentos heterótricos, con la parte basal formada de filamentos uniseriados irregularmente ramificados y la parte erecta con filamentos 1-2-seriados, con ramas laterales irregulares, las partes terminales de las ramas se adelgazan progresivamente hasta formar pelos largos, el talo completo puede estar rodeado de una cubierta mucilaginosa evidente a simple vista. **Células** cilíndricas; **cloroplasto** 1, parietal, pirenoides 1-varios. **Multipli-**
cación por fragmentación del talo, por zoosporas 4-flageladas y con la presencia de estos palmeloides de aplanosporas. **Reproducción sexual** isógama con gametos

2-4-flagelados; el cigoto germina en 4 zoosporas 4-flageladas que a su vez germinan en un nuevo talo. **Ciclo de vida** con una alternancia de generaciones isomórfica e incluso la presencia de un talo pequeño intermedio en la germinación del cigoto.

Diversidad. Género con más de 31 especies en el mundo, 9 en México, 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Eje principal sin diferenciación entre las ramas, en los ejes sólo condición uniseriada. *S. nanum*
1. Eje principal de la parte erecta con diferenciación entre las ramas de diferente orden, condición multiseriada en los ejes. *S. tenue*

Stigeoclonium nanum (Dillwyn) Kützinger, Sp. alg. 354. 1849. *Conferva nana* Dillwyn, Conf. fasc. 3, pl. 30. 1803. *Myxonema nanum* (Dillwyn) Hazen, Mem. Torrey Bot. Club 11: 204. 1902. TIPO: INGLATERRA. En el Wye cerca de Llanydloes, en Montgomery y cerca de Swansea.

Stigeoclonium nanum (Dillwyn) Kützinger f. *subsimpler* Collins, Phyc. Bor.-Amer. 1375. 1907. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Sobre *Juncus*, en un estanque pequeño, al norte de Berkeley, California.

Draparnaldia sparsa Hassall, Ann. Mag. Nat. Hist. 11: 428. 1843. TIPO: INGLATERRA. Gran Bretaña.

Filamentos epífitos sobre otras algas (*Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agardh) Kützinger y *Ulva intestinalis* L.), los filamentos ramificados más de 200 µm largo, la parte postrada netamente diferenciada, eje principal sin diferenciación entre las ramas, en los ejes sólo condición uniseriada, las ramas no terminan en pelo, aunque algunas células apicales son puntiagudas. **Células** globosas, de barril y cilíndricas, 7.3-11.5 µm diámetro, 6.2-12.1 µm largo, generalmente más largas que anchas, excepto en las zonas de crecimiento y de división activas, en donde son más anchas que largas, con constricciones en los septos, uninucleadas; **cloroplasto** 1, parietal, laminar o rugoso, pirenoide 1, central. Fig. 31.

Distribución. Asia, América y Europa. En México ha sido registrada del Distrito Federal y los estados de México y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Coxcatlán:** carretera Calipan-Ajalpan, canal de riego con corriente temporal, sombreado por la vegetación circundante, sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 264). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 12).

Hábitat. Epífita y ocasionalmente como planctónica en aguas corrientes y estancadas. En el Valle crece como epilítica y epífita en crecimientos hemisféricos y costras en canales, temperatura del agua: 25-26 °C, pH 7.0-7.5.

Stigeoclonium tenue (Agardh) Kützinger, Phyc. gen.: 253. 1843. *Draparnaldia tenue* Agardh, Alg. Dec. 3: 40. 1814. TIPO: SUECIA. Jäder, Västmanland, cerca de Lund. "In rivulis & stagnis Sueciae, ut Westmanniae in fossa ad Jäder, in pluribus rivulis prope Lundam".

Filamentos epífitos sobre otras algas o entremezclado con ellas, verde brillante, muy ramificados y mucilaginosos; sistema postrado muy reducido; eje principal de la parte erecta con diferenciación entre las ramas de diferente orden, formados por dos tipos de **células** unas grandes, cilíndricas, constreñidas en los septos, 8.0-13.0 µm diámetro, 8.0-30.0 µm largo, las otras cortas, angulares y generalmente en la base de las ramas, ejes con condición multiseriada; ramificación alterna y opuesta, las terminaciones de las ramas se adelgazan hasta las células apicales muy agudas, pero sin formar pelos; **cloroplasto** 1, parietal, en forma de banda. Fig. 32.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 911), *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 921).

Hábitat. Perifítica en aguas corrientes y estancadas. En el Valle crece como epilítica formando parte de céspedes mucilaginosos y céspedes filamentosos en estanques artificiales, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

SCHIZOMERIDACEAE G. M. Smith

Filamentos uniseriados cuando juveniles, después multiseriados hasta formar cilindros pseudoparenquimatosos.

Diversidad. Familia monogénica con 2 especies en el mundo,

Distribución. Una especie cosmopolita, la otra poco colectada.

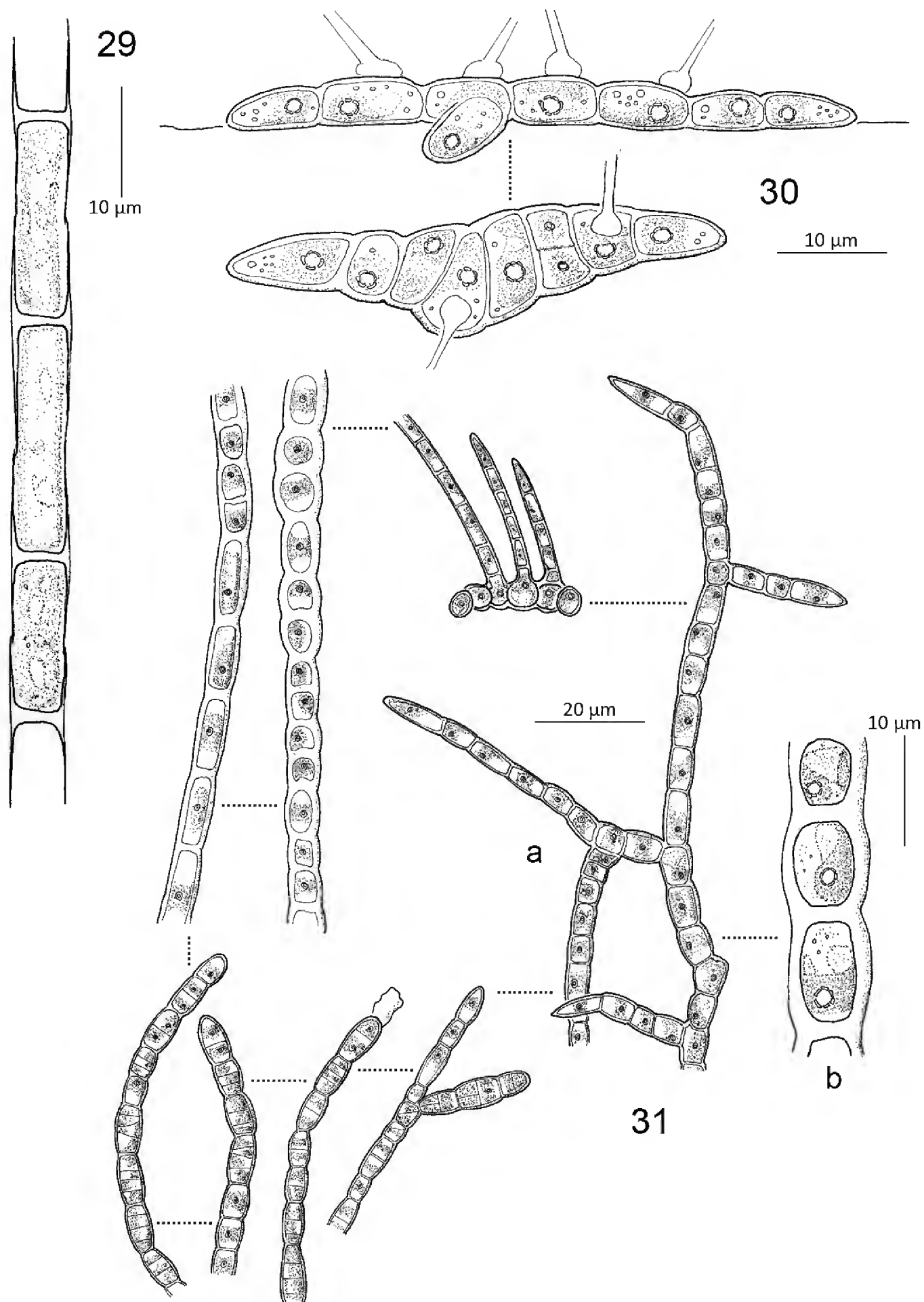
1. *SCHIZOMERIS* Kützinger

1. *SCHIZOMERIS* Kützinger, Phyc. gen. 247. 1843.

Filamentos no ramificados, uniseriados cuando jóvenes, con apariencia de filamentos de *Stigeoclonium*, célula apical acuminada y un pie de fijación discoide, el talo maduro también puede presentar constricciones. los filamentos adultos se dividen en varios planos, resultando un cilindro pseudoparenquimatoso con bandas transversas de paredes persistentes, en esos estadios. **Células** poliédricas y dispuestas en anillos regulares; **cloroplasto** en los filamentos jóvenes parietal laminar, varios pirenoides, en los talos adultos es masivo y perforado. **Multiplificación** por fragmentación, dando origen a talos flotantes, por zoosporas 2-8-flageladas. **Ciclo de vida** diplobiéntico heteromórfico, con gametofitos filamentosos cortos.

Diversidad. Género con 2 especies en el mundo, 1 en México.

Distribución. Cosmopolita.



Figuras 29-31. Chlorophyta. Microsporales. 29. *Microspora stagnorum*. Chaetophorales. 30. *Aphanochaete repens*. 31. *Stigeoclonium nanum*. -a. Filamentos. -b. Detalle de las células.

Schizomeris leiblenii Kützing, Phyc. gen. 247. 1843. TIPO: ALEMANIA. Cerca de Würzburg en Sümpfen.

Filamentos maduros constreñidos fuertemente, con hileras de células bien marcadas, separadas por tabiques gruesos, hasta 77.0 µm diámetro, **célula** apical redondeada, el resto poligonales, 13.3-18.7 µm diámetro, 12.0-14.2 µm largo. **Filamentos** jóvenes, con células cilíndricas, 10.7 µm diámetro, 16.3-17.9 µm largo, con **célula** apical aguda, **cloroplastos** 1-2, en banda parietal. Fig. 33.

Discusión. Según Printz (1964) *S. irregularis* Fritsch & Rich 1924, *Uronema indicum* Ghose 1920 y *Pseudoschizomeris caudata* Deason & Bold, 1960 no se distinguen de *S. leiblenii* y por tanto es un género monoespecífico; sin embargo, falta comparar las características ultraestructurales y la información genética de todas estas especies.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado en los estados de Morelos y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 935), *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 940).

Hábitat. Bentónica en aguas corrientes y estancadas. En el Valle crece como epífita y epilítica formando parte de céspedes filamentosos y películas filamentosas en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

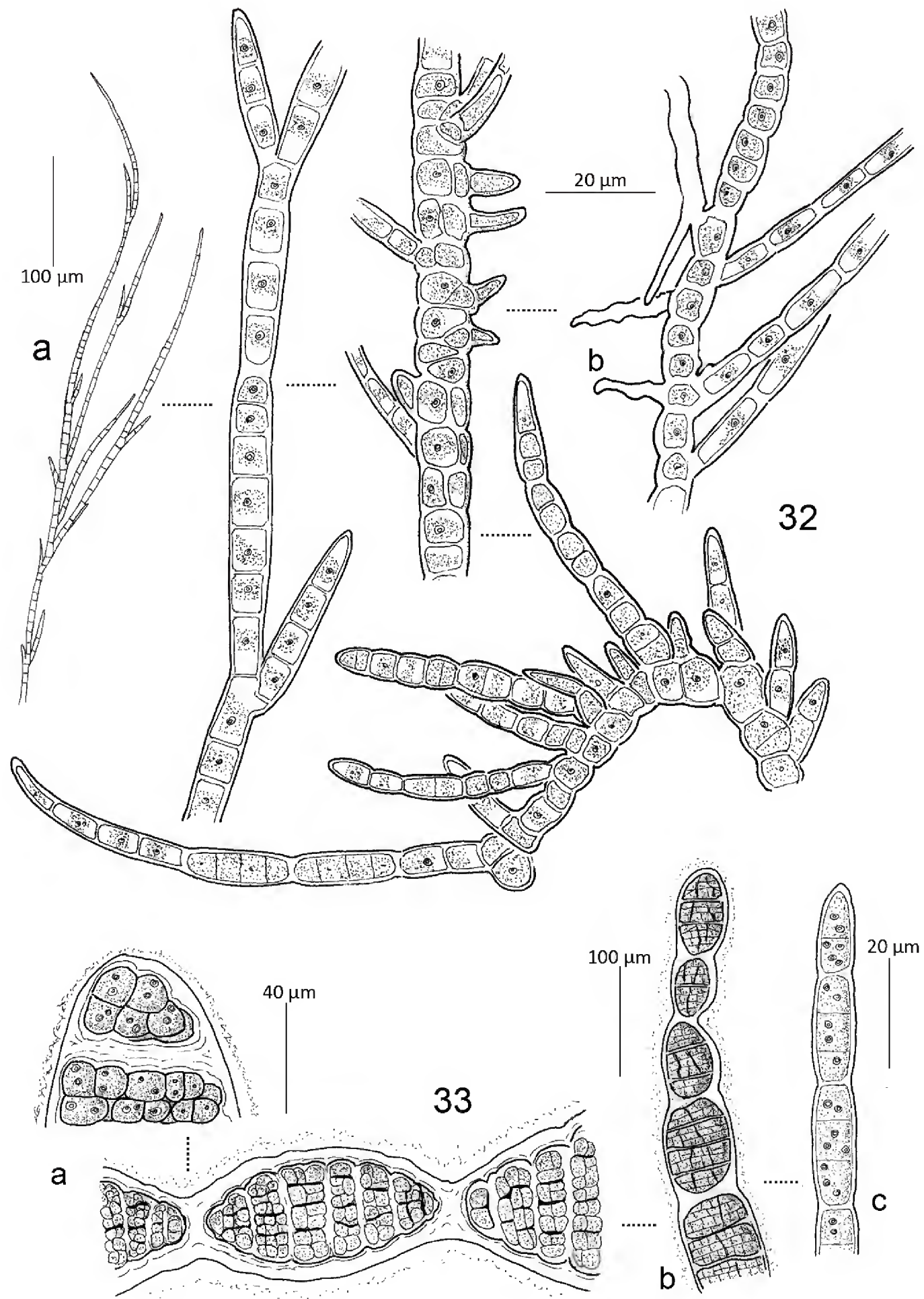
PLEURASTROPHYCEAE Stewart & Mattox

CTENOCLADALES Silva

Bibliografía. O'Kelly, C J. & G.L. Floyd. 1984. Correlations among patterns of sporangial structure and development, life histories, and ultrastructural features in the Ulvophyceae. *In*: D.E.G. Irvine & D.M. John. (eds.). *Systematics of the green algae*. London: Academic Press. pp. 121-156.

Talos filamentosos ramificados o agregados pseudoparenquimatosos; **filamentos** heterótricos, sólo erectos o sólo postrados, los talos postrados pueden formar pseudoparénquimas, en algunos géneros existen setas incoloras. **Células** uninucleadas; **cloroplasto** 1, parietal, pirenoides perforados y cruzados por tilacoides. **Multiplificación** por acinetos o zoosporas con 2-4-flageladas subapicales. **Reproducción sexual** iso- o anisógama con gametos 2-flagelados registrada sólo en algunos géneros. **Ciclo de vida**, cuando existe sexualidad, diplobióntico iso- o heteromórfico.

Discusión. Orden problemático, Mattox & Stewart (1984), no ubicaron las especies en ningún taxón explícito pero algunas pueden estar en la clase Pleurastrophyceae y otros en Ulvophyceae. O'Kelly & Floyd (1984) ubican el orden implícitamente en Ulvophyceae. Según la propuesta de Bourrelly (1972) corresponde a la subfamilia Leptosiroideae. La falta de información ultraestructural de gran parte de los géneros y especies no permite tomar una posición defi-



Figuras 32-33. Chlorophyta. Chaetophorales. 32. *Stigeoclonium tenue*. -a. Aspecto general del talo. -b. Detalle de las células y ramificaciones. 33. *Schizomeris leiblenii*. -a. Vista general del filamento. -b. Filamentos maduros. -c. Filamento joven.

nitiva. Falta todavía conocer la versión completa de la “*Süsswasser flora von Mitteleuropas*”, pues hasta ahora sólo se esboza en términos muy generales y las especies en cuestión probablemente correspondan al orden Codiolales y Ulotrichales de la clase Codiolophyceae. Sin embargo, la propuesta de Silva (1982) es a todas luces más práctica y acorde con la información disponible.

Diversidad. Orden con 3 familias, más de 45 géneros y 152 especies en el mundo, 4 géneros y 6 especies en México, 3 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CTENOCLADACEAE Silva

Talos compuestos de sistemas erectos y postrados o de paquetes de células que producen **filamentos** ocasionalmente. **Células** uninucleadas, sin setas; **cloroplasto** parietal; acinetos en algunos géneros. **Multiplificación** por acinetos en algunos géneros, durante la formación de esporas o gametos, las células vegetativas aumentan su tamaño.

Discusión. Con representantes marinos, salobres, de agua dulce o subaéreos.

Diversidad. Familia con 32 géneros y 62 especies en el mundo, 3 géneros y 5 especies en México, 3 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Talos formados por filamentos muy cortos o agregados celulares cúbicos. *Desmococcus*
1. Talos claramente filamentosos.
2. Filamentos heterótricos, principalmente uniseriados, cloroplasto parietal. *Gongrosira*
2. Filamentos cilíndricos, multiseriados, cloroplasto esponjoso. *Trichosarcina*

1. *DESMOCOCCUS* Brand

1. *DESMOCOCCUS* Brand, Arch. Protistenk. 52: 344. 1925.

Talos formados por filamentos uniseriados cortos o paquetes de agregados celulares cúbicos, resultado de las divisiones vegetativas en tres planos. **Células** globosas, **cloroplasto** 1, parietal, pirenoide 1. **Multiplificación** por aplanosporas formadas en un esporocito verrugoso grande. **Reproducción sexual** no conocida.

Discusión. Género de historia confusa, la falta de información adecuada hace suponer que los registros de *Pleurococcus* y *Protococcus* se refieren a este género. En *AlgaeBase* (2012) es considerado parte del orden Prasiolales de la clase Trebouxiophyceae.

Diversidad. Género con 8 especies en el mundo, 1 en México.

Distribución. Cosmopolita.

- Desmococcus olivaceus* (Persoon ex Acharius) Laundon, Taxon 34: 672. 1985. *Lepraria olivacea* Persoon ex Acharius, Lich. Univers.: 666. 1810. TIPO: SUECIA, FRANCIA O ALEMANIA “sec. spec. missum, ad corticem vetustam in Svecia, Gallia et Germania, BM, *Acharius* 890.
Pleurococcus naegelii Chodat, Alg. Vart. Suisse: 281, figs. 195, 196. 1902. TIPO: no localizado.
Protococcus viridis Agardh, Syst. Alg.: 13. 1824. TIPO: Sin localidad, “Ad muros vulgaris.”

Paquetes de agregados celulares en tres planos, amorfos en cultivo. **Filamentos** cortos formados por células más largas que anchas. **Células** globosas, 13.0-15.0 µm diámetro, con pared muy gruesa, lados angulosos por mutua compresión; **cloroplasto** 1, parietal lobulado, pirenoide 1, no siempre visible en material vivo, almidón disperso. No se observaron aplanosporas. Fig. 34.

Discusión. *Protococcus viridis* se ha registrado como una especie corticícola subaérea muy común, pero puede tratarse de un gran complejo de especies que requiere de una revisión profunda. Los caracteres que se utilizan para reconocer esta especie son los del género y no hay descripciones accesibles de otras especies ni de los sinónimos.

Distribución. Cosmopolita. En México registrada en los estados de Hidalgo y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario, en muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP Ae1), (FCME-PAP AB2), (FCME-PAP AA5).

Hábitat. Aerofítica, en los cultivos del Valle forma crecimientos hemisféricos.

2. GONGROSIRA Kützing

2. *GONGROSIRA* Kützing, Phyc. gen.: 281. 1843.

Talos filamentosos pseudoparenquimatosos, **filamentos** heterótricos, principalmente uniseriados, entremezclados dan origen a filamentos cortos ramificados. **Células** cilíndricas a claviformes, las terminales en las ramas son más grandes que las demás y forman eventualmente esporangios; **cloroplasto** 1, parietal, pirenoides 1-varios; **pared celular** gruesa, a veces lamelada. **Multiplicación** por zoosporas, aplanosporas y acinetos. **Reproducción sexual** no conocida.

Diversidad. Género con 12 especies en el mundo, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

Gongrosira lacustris Brand, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 25: 502. 1907. TIPO: ALEMANIA. Bavaria. Würm-See, Lago Sternberger.

Talo pseudoparenquimatoso en forma de cojinetes formado por **filamentos** cortos, poco ramificados e irregularmente. **Células** cilíndricas a globosas,

5.0-6.0 μm diámetro, 6.0-14.0 μm largo, las terminales 6.5 μm diámetro 17.5 μm largo; **cloroplasto** 1, parietal, muy evidente en las células jóvenes y en las adultas con perforaciones, pirenoide 1. **Multipliación** no observada. Fig. 35.

Distribución. Europa y Estados Unidos. En México se conoce sólo del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 12).

Hábitat. Epilítica y epizoica en aguas corrientes. En el Valle crece como epilítica formando parte de crecimientos hemisféricos en canales, temperatura del agua: 25 °C, pH 7.5.

3. *TRICHOSARCINA* Nichols & Bold

3. *TRICHOSARCINA* Nichols & Bold, J. Phyc. 1: 38. 1965.

Talos filamentosos, formados por filamentos cilíndricos e inicialmente uniseriados, posteriormente multiseriados y aparentemente ramificados, el talo se disgrega en pequeños grupos de células sarcinoides o desmococcoides; **cloroplasto** esponjoso. **Células** globosas. **Multipliación** por zoosporas 4-flageladas. **Reproducción sexual** anisógama. **Ciclo de vida** diplobióntico isomórfico.

Discusión. Bourrelly (1972) considera que es sinónimo de *Pseudendoclonium* Wille (1900) que reúne dos especies de agua dulce y una marina. Sin embargo, *Trichosarcina* no forma talos heterótricos, fue aislado de suelo y tiene reproducción sexual, desconocida en el primer género, además de otras características ultraestructurales. Thompson & Wujek (1996) propusieron *Filoprotococcus* como una nueva combinación, pero es inválida (INA 2012).

Diversidad. Género monoespecífico.

Distribución. Estados Unidos y México.

Trichosarcina polymorpha Nichols & Bold, J. Phyc. 1: 38. 1965. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Texas: Enchanted Rock y Balanced Rock, Llano County. Inválido, no designado.

Filamentos inicialmente uniseriados, más tarde se disocian en paquetes sarcinoides, la forma filamentosa multiseriada es similar a los talos de *Stigeoclonium*. **Células** esféricas o globosas, 12.0-21.3 μm diámetro, 4.7-8.5 μm largo, 9.0-10.5 μm grosor; **cloroplasto** 1, esponjoso, completo, pirenoide 1. Fig. 36.

Distribución. Estados Unidos. En México se conoce sólo del material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 249).

Hábitat. En estanques de granito y suelo. En el Valle crece como epipélica formando parte de céspedes filamentosos en canales, temperatura del agua: 24 °C, pH 7.0.

ULVOPHYCEAE Stewart & Mattox

ULVALES Dumortier

Bibliografía. Bliding, C. 1963. *A critical survey of European taxa in Ulvales. I. Capsosiphon, Percursaria, Blidingia, Enteromorpha*. Opera Botanica. Lund: A Societate Botanica Lundensi Botaniska Notiser. 160 p. Hayden, H.S., J. Blomster, C.A. Maggs, P.C. Silva, M.J. Stanhope & J.R. Waaland. 2003. Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *Eur. J. Phycol.* 38: 277-294. Hoek, C. van den 1963. *Revision of the European species of Cladophora*. Leiden: E.J. Brill. 356 p.

Talos filamentosos 2-seriados o láminas mono o distromáticas. **Células** uninucleadas, **cloroplasto** 1, parietal en forma de copa o laminado, pirenóide 1. **Multipliación** por zoosporas, aplanosporas o acinetos, la división repetida del protoplasto forma de 4-32 zoosporas 2-4-flageladas, a veces las zoosporas germinan en un filamento cuyas células rizoidales pueden ser multinucleadas, las siguientes divisiones del filamento pueden formar, según el género, láminas, tubos o sacos; ocasionalmente las zoosporas germinan en un disco que se divide periclinalmente para formar tubos monostromáticos u hojas distromáticas. **Reproducción sexual** iso-, aniso- u oógama. **Ciclos de vida** haplobiónticos y diplobiónticos.

Discusión. La mayoría de ambientes marinos.

Diversidad. Orden con 8 familias, 41 géneros, con más de 250 especies, 1 género y 1 especie en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolitas, las de agua dulce.

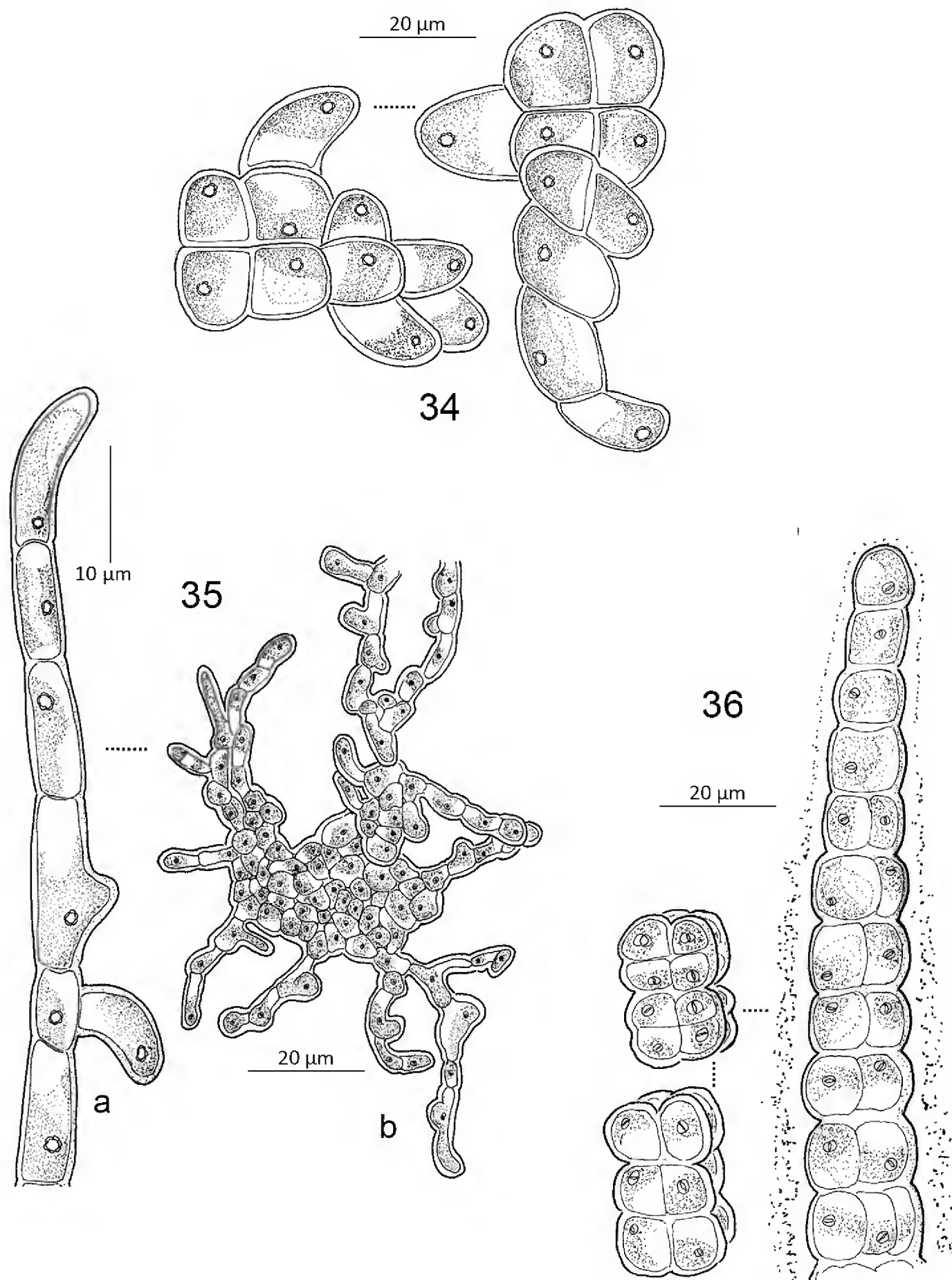
ULVACEAE Lamouroux ex Dumortier

Talos foliáceos, características celulares como en el orden. **Multipliación** las zoosporas que germinan en un filamento uniseriado fijo al sustrato por rizoides, las divisiones longitudinales posteriores producen filamentos pluriseriados que resultan en varias configuraciones estructurales: hojas monostromáticas, tubos monostromáticos que se transforman en hojas distromáticas o sacos que al romperse forman embudos monostromáticos. **Ciclo de vida** con alternancia de generaciones isomórficas con iso- o anisogametos 2-flagelados.

Discusión. Las principales representantes de esta familia son algas marinas.

Diversidad. Familia con 15 géneros y 141 especies en el mundo, 1 género con 1 especie en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, sólo una especie con distribución restringida.



Figuras 34-36. Chlorophyta. Ctenocladales. 34. *Desmococcus olivaceus*. 35. *Gongrosira lacustris*. –a. Detalle de las células apicales. –b. Vista general del talo. 36. *Trichosarcina polymorpha*.

1. *ULVA* L.

1. *ULVA* L., Sp. pl. 2: 1163. 1753.

Talos que pueden alcanzar varios centímetros de longitud constituidos por dos capas de células formando un tubo ramificado, fijo por medio de rizoides unicelulares. **Células** poligonales; **cloroplasto** 1, parietal, en forma de urna, pirenoide 1 por lo menos. **Multiplificación** por fragmentación del talo y por zoosporas 4-flageladas. **Reproducción sexual** iso- o anisógama con gametos biflagelados. **Ciclos de vida** diplobióntico (heterotálico) isomórfico.

Diversidad. Cerca de 560 nombres pero sólo 100 especies son reconocidas como válidas, 1 especie en México de agua dulce (bajo sinónimo *Enteromorpha* Link).

Distribución. Cosmopolita.

Ulva intestinalis L., Sp. Pl. 2: 1163. 1753. *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees, Hor. Phys. Berol.: Index [2]. 1820. TIPO: "in Mari omni".

Talos filamentosos angostos, hasta 150 µm diámetro, uniformes en grosor, se adelgazan hasta llegar a filamentos uniseriados o abiertos, con ramificaciones de primer y de segundo orden, pie de fijación tubular con base digitiforme. **Células** poligonales ordenadas longitudinalmente, muy evidente sólo en las partes inferiores y sin orden en las partes superiores; 5.9-13.4 µm diámetro, 8.2-17.3 µm largo, más cortas y más anchas cuando adultas, con pared gruesa; **cloroplastos** en forma de urna, cubren cerca de la mitad de la célula, pirenoide 1. Fig. 37.

Discusión. Hayden *et al.* (2003) a partir de secuencias genéticas, demuestran la afinidad filogenética entre *Enteromorpha* Link y *Ulva* L. a pesar de que morfológicamente hay grandes diferencias (tubos en una, láminas en la otra). La morfología de *E. intestinalis*, en México, es constante y es fácil distinguirla como una entidad distinta de *Ulva* (un género típicamente marino).

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado de los estados de Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: San Juan, arroyo permanente que se usa para riego, aproximadamente 3.0 m ancho, agua turbia, Novelo y Tavera *s.n.* (FCME-PAP 231). PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, Novelo y Tavera *s.n.* (FCME-PAP 249). Mpio. Altepeixi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, Novelo y Tavera *s.n.* (FCME-PAP 1054). Mpio. Coxcatlán: carretera Calipan-Ajalpan, canal de riego con corriente temporal, sombreado por la vegetación circundante, sustrato lodoso, Novelo y Tavera *s.n.* (FCME-PAP 264). Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, Novelo y Tavera *s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277), (FCME-PAP 945), (FCME-PAP 946), (FCME-PAP 947), (FCME-PAP 950). Mpio. Zapotitlán: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una

mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 202).

Hábitat. En litorales rocosos marinos, cuando continentales principalmente en aguas corrientes alcalinas a salobres. En el Valle crece como epipsámica, epipélica, epilítica y flotante formando parte de tapetes, céspedes filamentosos, costras y películas filamentosas en canales, ríos, arroyos y ambientes mixtos, temperatura del agua: 24-37 °C, pH 6.0-8.6.

CLADOPHOROPHYCEAE Hoek, Mann & Jahns

CLADOPHORALES Haeckel

Bibliografía. Bakker, F.T., Olsen, J.L., Stam, W.T., & Hoek, C. van den 1994. The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on 18S rRNA gene sequences. *Mol. Phylogen. Evol.* 3: 365-382. Heering, W. 1921. *Chlorophyceae IV. Siphonocladales, Siphonales*. Jena: Gustav Fischer. 103 p. Meave del Castillo, M.E. 1997. *Taxonomía y distribución de las Cladophorales (Chlorophyta) en la región de la Huasteca Potosina*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 419 p. + 45 láminas.

Talos filamentosos uniseriados simples o ramificados, fijos al sustrato por rizoides, rara vez con sistemas filamentosos postrados; ramificación con varios arreglos y en 1-más planos, crecimiento en los filamentos simples difuso y restringido a las zonas distales en las algas ramificadas. **Células** multinucleadas, **cloroplasto** 1, parietal, reticulado, pirenoides numerosos, también pequeños cloroplastos discoides, cada uno con un pirenoide, arreglados reticularmente; **pared celular** estratificada, con fibras de celulosa dispuestas en forma cruzada. **Multiplificación** por fragmentación y por zoosporas 2-4-flage-ladas. **Ciclos de vida** con una alternancia de generaciones isomórfica e isogametos 2-flagelados.

Discusión. Principalmente algas marinas, en México se han registrado en ambientes dulceacuícolas.

Diversidad. Orden con 3 familias, 24 géneros y 317 especies en el mundo, 6 géneros y 28 especies en México, 2 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLADOPHORACEAE Wille

Talos filamentosos simples o ramificados, generalmente fijos al sustrato por un sistema de rizoides, que se originan de las células basales, rara vez sistemas filamentosos postrados; las ramas emergen de la parte superior de la célula como un crecimiento externo de la misma, de las deflexiones posteriores con respecto al eje principal resultan pseudodicotomías.

Diversidad. Familia con 18 géneros y 283 especies en el mundo, 7 géneros y 29 especies de agua dulce en México, 2 géneros y 3 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Talos ramificados, células con abundantes núcleos. *Cladophora*
 1. Talos generalmente sin ramificaciones o muy escasas, células con 2-4 núcleos. *Rhizoclonium*

1. *CLADOPHORA* Kützting1. *CLADOPHORA* Kützting, Phyc. gen. 262 1843.

Talos ramificados, filamentosos, largos, uniseriados, entremezclados, béticos pero pueden desarrollarse como libres flotadores; la célula basal se modificada en una zona de fijación que puede complicarse para formar, junto con otras células, rizoides simples o complejos. **Células** cilíndricas, alargadas, núcleos abundantes; **cloroplasto** reticulado, pirenoides abundantes; **pared celular** gruesa, lamelada.

Discusión. Las especies son tanto marinas como dulceacuícolas, pero las de agua dulce son especialmente variables en la morfología, lo que complica la identificación. Las especies de agua dulce se encuentran principalmente en aguas corrientes.

Diversidad. Género con 177 especies en el mundo, 9 especies y 2 variedades en México, 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolitas.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Filamentos gruesos, ramificacaciones abundantes a regulares, principalmente basal. *C. glomerata*
 1. Filamentos delgados, ramificaciones regulares a escasas y dispersas. *C. rivularis*

Cladophora glomerata (L.) Kützting, Phycol. gen.: 266. 1843. *Conferva glomerata* L., Sp. Pl.: 1167. 1753. *Polysperma glomerata* (L.) Vaucher, Hist. conf.: 99. 1803. *Chantransia glomerata* (L.) A.P. de Candolle, Fl. Franç., ed. 3, 2: 51. 1805. *Annulina glomerata* (L.) Nees, Horae Phys. Berol. [Index p. 1]. 1820. TIPO: EUROPA. Dillenius, Hist. Musc. pl. 5: fig. 31 1742.

Talos filamentosos muy entremezclados entre sí y con otras algas, formando matas flotantes, verde seco; **filamentos** individuales gruesos, muy largos, fijos a sustratos limosos y líticos, hábito no heterótrico, órgano de fijación simple o hasta un rizoide sencillo a complejo (dermoide); crecimiento principalmente apical o irregular; ramificaciones abundantes a regulares, a la vez las ramas ramificadas abundantemente, principalmente en la base, la mayor densidad de las ramas se encuentra principalmente al final de las ramas de primer y segundo orden, de cada célula emergen 1-3 ramas, son diferentes en talla al eje principal, células del eje principal (27.0-) 80.4-136.0 µm diámetro, 144.0-554.0 µm largo, relación largo:diámetro del eje principal: 3.5-4.5 veces; inserción subapical de las ramas; la posición del septo de las rama es vertical u oblicuo

con pseudodicotomías evidentes. **Células** del eje y de las ramas cilíndricas, las apicales 46.1-61.8 μm diámetro, 157.9-235.4 μm largo, son cilíndricas con los polos agudos o en forma de mazo; relación largo:diámetro de las células apicales: 3.4-3.9 veces; **pared celular** gruesa, 7.8-19.6 μm grosor, estriada-lamelada. **Multiplicación** con zoosporangios globosos, 132.4 μm diámetro, 151.1 μm largo, con poro apical. Fig. 39.

Discusión. Especie con 55 sinónimos heterotípicos.

Distribución. Cosmopolita. En México ha sido registrada del Distrito Federal y los estados de Morelos, Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. **OAXACA:** Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 226), (FCME-PAP 227); San Juan, arroyo permanente que se usa para riego, aproximadamente 3.0 m ancho, agua turbia, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 231); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010). **PUEBLA:** **Mpio. Ajalpan:** carretera Ajalpan-San Sebastián Zinacatepec, canal con una represa, que limpia una porqueriza y una granja avícola y es utilizado como canal de riego, aguas turbias, sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 238). **Mpio. Santiago Mihuatlán:** El Carmen, carretera Tehuacán-Orizaba, canal de riego de agua permanente, artificial, corriente de unos 60.0 cm ancho, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 267). **Mpio. Tecamachalco:** Tecamachalco, calle 11 Sur del poblado, canal que proviene de Valsequillo de aproximadamente 25.0 m ancho, paredes de concreto, fondo cubierto de basura y sedimentos con algunas plantas dispersas, suelo húmedo con crecimientos poco visibles, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 901). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 944); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 278), (FCME-PAP 945); Tehuacán, represa de aguas negras, aguas de color muy oscuro, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 295), (FCME-PAP 296). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 921); Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, de 2.5 m ancho, corriente rápida, sustrato rocoso, aguas claras, no turbias, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 923), (FCME-PAP 925). **Mpio. Zapotitlán:** San Gabriel Chilac, río El Gavilán, corre paralelo a la carretera Zapotitlán-Tehuacán, aguas lentas, limpias, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 953).

Hábitat. Bentónica de aguas corrientes. En el Valle crece como epipsámica, epífita, epipélica, epilítica y flotante formando parte de natas, céspedes filamentosos y perifiton en charcos, arroyos, canales, represas, estanques artificiales y ríos, temperatura del agua: 18-32 °C, pH 6.0-8.8, salinidad 4-5 ups.

Cladophora rivularis (L.) Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 912. 1891. *Conferva rivularis* L., Sp. Pl.: 1164. 1753. TIPO: EUROPA.

Talos filamentosos, filamentos delgados muy mezclados entre sí y con otras algas, poco ramificados, verde seco, hábito no heterótrico, forma de fijación simple, crecimiento típicamente intercalar; ramificación subapical, sin pseudodicotomías, dispersa en todo el talo, regular a escasa, ramas subapicales surgen 1-2 del eje, claramente distintas, la posición del septo en la rama es vertical. **Células** del eje cilíndricas, 29.0-79.0 µm diámetro, 174.0-393.0 µm (-2.20 mm) largo, relación largo:diámetro del eje principal: 6-37 veces; células apicales cilíndricas, 64.0 µm diámetro, 175.0-225.0 µm largo, relación largo:diámetro de las células apicales: 2.7-3.5 veces, con polos agudos o en forma de mazo; **pared celular** gruesa, 6.0-6.7 µm, lamelada. Fig. 40.

Discusión. Especie con 7 sinónimos homotípicos y 29 heterotípicos. Alga marina y dulceacuícola.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado de los estados de Guanajuato, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Sinaloa.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tehuacán:** Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 933). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 202).

Hábitat. En el Valle crece como flotante y epipélica formando parte de natas y céspedes filamentosos en lagos, ríos y estanques artificiales, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

2. *RHIZOCLONIUM* Kützing

2. *RHIZOCLONIUM* Kützing, Phyc. gen. 261. 1843.

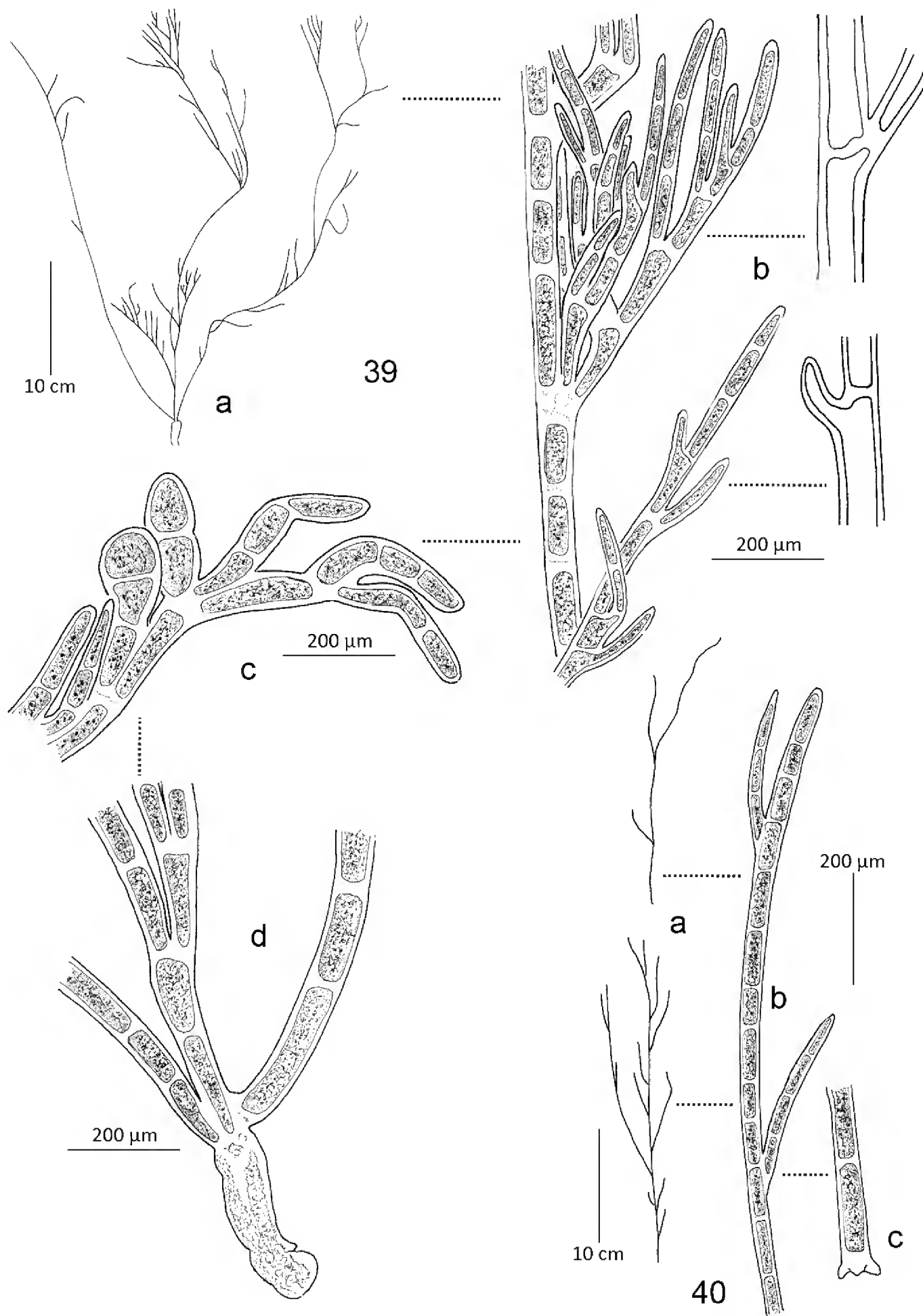
Talos filamentosos fijos o libre flotadores, uniseriados, generalmente no ramificados o ramificaciones muy cortas y escasas, la célula basal se modifica en una estructura de fijación digitiforme, en ocasiones con rizoides secundarios. **Células** cilíndricas alargadas 2-3-4-nucleadas; **cloroplasto** 1, reticulado, pirenoides numerosos; **pared celular** gruesa, lamelada. **Multipliación** por zoosporas biflageladas y por acinetos.

Diversidad. Género con más de 60 especies, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

Rhizoclonium hieroglyphicum (Agardh) Kützing, Phyc. germ. 206. 1845. *Conferva hieroglyphica* Agardh, Flora 10(40): 636. 1827. TIPO: SUECIA. Karlstad "in udis speluncis rupium".

Talos filamentosos no ramificados, laxamente entremezclados entre sí y entre otras algas filamentosas, (en las muestras no se observaron rizoides ni



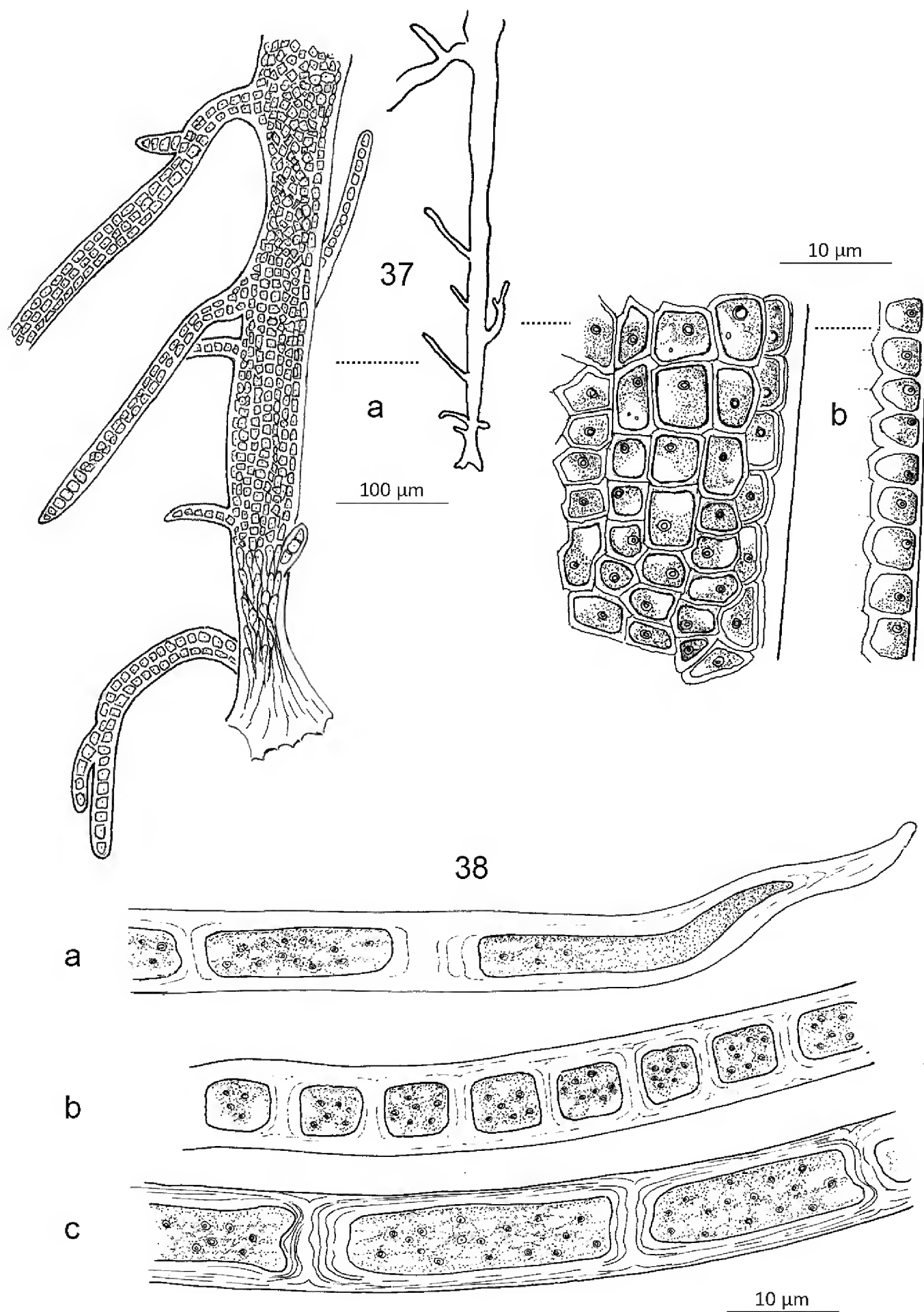
Figuras 39-40. Chlorophyta. Cladophorales. 39. *Cladophora glomerata*. -a. Vista general del talo. -b. Tipos de ramificación. -c. Zoosporangios inmaduros. -d. Parte basal. 40. *Cladophora rivularis*. -a. Vista general del talo. -b. Ramificaciones. -c. Parte basal.

sistemas de fijación, en pocas aparecen rizoides angulares digitiformes libres); filamentos frágiles, no rígidos, muchos filamentos con estructuras de fijación intercalares y terminales sin estar adheridos. **Células** cilíndricas, 19.4-42.3 (-51.3) μm diámetro, 26.7-168.0 (-207.8) μm largo, relación largo:diámetro de las células 1-10 veces; **pared celular** gruesa, 8.6-10.0 μm , lamelada, en ocasiones ligeramente ondulada. Fig. 38.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Chihuahua, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz.

Ejemplares examinados. **OAXACA:** Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 226); San Juan, arroyo permanente que se usa para riego, aproximadamente 3.0 m ancho, agua turbia, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 231). **PUEBLA:** **Mpio. Ajalpan:** Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 249); San Luis Puin, camino al Ejido Corral Macho, charco, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 298). **Mpio. Altepexi:** El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1053). **Mpio. Coxcatlán:** Carretera Calipan-Ajalpan, canal de riego con corriente temporal, sombreado por la vegetación circundante, sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 264); Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024), (FCME-PAP 1050), (FCME-PAP 1051). **Mpio. Tecamachalco:** Tecamachalco, calle 11 Sur del poblado, canal que proviene de Valsequillo de aproximadamente 25.0 m de ancho, paredes de concreto, fondo cubierto de basura y sedimentos con algunas plantas dispersas, suelo húmedo con crecimientos poco visibles, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 901). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277), (FCME-PAP 278); Tehuacán, represa de aguas negras, aguas de color muy oscuro, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 295); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 934), (FCME-PAP 935), (FCME-PAP 936). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 911). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 202).

Hábitat. Antes considerada como una especie marina, pero está ampliamente registrada en agua dulce, principalmente en aguas corrientes. En el Valle crece como flotante, epífita, epilítica, epipélica y epipsámica formando parte de natas, perifiton, céspedes filamentosos, crecimientos hemisféricos, plancton, céspedes mucilaginosos, costras y películas filamentosas en charcos, lagos, arroyos, canales, ambientes mixtos, estanques artificiales y ríos con una carga importante de limo, temperatura del agua: 18-37 °C, pH 6.0-8.6.



Figuras 37-38. Chlorophyta. Ulvales. 37. *Ulva intestinalis*. -a. Parte basal del talo. -b. Vistas superficial y lateral del filamento. Cladophorales. 38. *Rhizoclonium hieroglyphicum*. -a. Parte basal del filamento. -b. Filamento joven. -c. Filamento adulto.

ZYGNEMATOPHYCEAE Hoek, Mann & Jahns

Talos unicelulares o filamentosos. Células con 1-más cloroplastos. Reproducción sexual por gametos no flagelados y fecundación por conjugación. La clase Zygnematophyceae está representada en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán con dos órdenes, Zygnematales y Desmidiales. Del primero de ellos se encontraron dos géneros (*Mougeotia* y *Spirogyra*) y 11 especies, sin embargo en esos casos se recolectaron ejemplares estériles, sin posibilidad de identificar la especie.

DESMIDIALES Krieger

Bibliografía. Hirano, M. 1957. Flora Desmidiarum Japonicarum III. *Contributions from the Biological Laboratory Kyoto University, Japan* 4: 107-165. Irénée-Marie, F. 1938. *Flore desmidiale de la region de Montreal*. Montréal: La Prairie. 547 p. Krieger, W. 1937. *Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der a Bereuropäischen Arten*. Leipzig: Akasmische Verlagsgesellschaft M.B.H. 375 p. Krieger, W. & Gerloff, J. 1962. *Die Gattung Cosmarium*. Weinheim: J. Cramer, 410 p. + 29 láms. Prescott, G.W., Croasdale, H.T., & Vinyard, W.C. 1975. *A synopsis of North American desmids. Part II Desmidiaceae: Placodermae. Section 1*. Lincoln: University of Nebraska Press. 275 p. Prescott, G.W., Croasdale, H.T., Vinyard, W.C., & Bicudo, C.E.D. M. 1981. *A Synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3*. Lincoln: University of Nebraska Press. 720 p.

Talos unicelulares, solitarios o agrupados en pseudofilamentos uniseriados. Células de forma muy variable pero siempre compuestas de semicélulas con simetría especular entre sí y limitadas por una constricción mediana o por una zona de alargamiento, **flagelos** ausentes en todas las fases del ciclo de vida, núcleo en el istmo entre las semicélulas, **cloroplastos** 1-más; **pared celular** lisa u ornamentada (puntos, verrugas, espinas, etc.). **División vegetativa** transversal, de una nueva semicélula se forma para cada una de las semicélulas paternas. **Reproducción sexual** por conjugación de los protoplastos, el cigoto secreta una pared gruesa generalmente ornamentada. **Ciclo de vida** haplobiéntico.

Discusión. En la literatura se usa frecuentemente el nivel de familia (Desmidiaceae) para este grupo, lo que crea confusión con los grupos Closteriaceae, Peniaceae y Desmidiaceae. Para la nomenclatura hay que tomar en cuenta que el punto de partida es el 1 de enero de 1848 (Ralfs, British Desmidieae). Las especies son principalmente de agua dulce.

Diversidad. Orden con 63 géneros y 4000-5000 especies en el mundo, 23 géneros y 252 especies en México, 2 géneros y 9 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

1. Semicélulas cilíndricas o lunadas con una zona de alargamiento sin constricción media. Closteriaceae
1. Semicélulas de formas variadas, siempre con una constricción media. Desmidiaceae

CLOSTERIACEAE Bessey

Células cilíndricas o lunadas formadas de semicélulas no limitadas por constricciones medianas; **cloroplastos** masivos con costillas, pirenoides generalmente alineados; **pared celular lisa**, excepto en las zonas de alargamiento donde aparece estriada o como bandas anilladas. **Multiplicación**, la formación de la semicélula hija es seguida de un alargamiento en una o ambas semicélulas.

Discusión. El nombre de la familia aparece en la literatura como Peniaceae o como parte de Desmidiaceae.

Diversidad. Familia con 2 géneros y más de 150 especies en el mundo, 1 género y 54 especies en México, 1 género y 4 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

1. *CLOSTERIUM* Nitzsch ex Ralfs

1. *CLOSTERIUM* Nitzsch ex Ralfs, Brit. Desm. 159. 1848.

Células rectas, fusiformes, arqueadas a lunadas, con ápices que se adelgazan progresivamente en grado variable y sin constricción en la parte media de la célula, en el ápice una vacuola con gránulos de calcio (sulfato de calcio); **cloroplastos** axiales con costillas longitudinales, pirenoides numerosos alineados o cloroplastos masivos y pirenoides en desorden; **pared celular lisa** o con estriaciones longitudinales, la parte ecuatorial puede presentar bandas de crecimiento longitudinal que se producen después de la división celular. **Reproducción sexual** con cigotos que según los autores son de importancia taxonómica, sin embargo son pocas especies en los que se han observado.

Discusión. *AlgaeBase* (2012) cita más de 1230 nombres bajo este género. Las especies son típicamente de agua dulce en todo el mundo.

Diversidad. Género con más de 150 especies válidas en el mundo, 42 en México, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Células casi rectas.
 2. Pirenoides alineados, células 44.0-98.0 µm diámetro, 20°-22° de arco. *C. acerosum*
 2. Pirenoides no alineados, células 45.0-54.0 µm diámetro, 30°-40° de arco. *C. lunula* var. *biconvexum*
1. Células arqueadas.

3. Células 55.0-60.0 μm diámetro, 75° de arco, margen ventral recto. *C. moniliferum*

3. Células 14.0-22.0 μm diámetro, 150° - 165° de arco, margen ventral curvo.

C. parvulum

Closterium acerosum Ehrenberg ex Ralfs, Brit. Desm. 1848. TIPO: INGLATERRA. Gran Bretaña (sintipos varios), ALEMANIA. *Ehrenberg*, *Kützing* (sintipos), FRANCIA. Falaise, *Brébisson* (sintipo), MÉXICO, *Bailey* (sintipo).

Células casi rectas, polos redondeado-truncados, 44.1-98.0 μm diámetro, 588.6-598.4 μm largo, relación largo:diámetro de 6-13 veces, curvatura 20° - 22° de arco, vacuolas apicales con más de 20 gránulos de yeso; **cloroplasto** con cerca de 10 costillas, pirenoides 6-7, alineados; **pared celular** incolora, sin estrías y con bandas intermedias en el centro de la célula. Fig. 41.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas y Tlaxcala.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua muy turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 4); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277).

Hábitat. Planctónica y metafítica que crece principalmente en aguas estancadas o con corriente lenta. En el Valle crece como epilítica, planctónica y epipélica formando parte de céspedes filamentosos, natas y crecimientos hemisféricos en arroyos, canales y charcos, temperatura del agua: 20 - 26°C , pH 6.5-7.5.

Closterium lunula (Müller) Nitzsch ex Ralfs var. ***biconvexum*** Schmidle, Österr. Bot. Zeit. 45: 309, fig. 18; pl. 14. 1895. *Closterium lunula* (Müller) Nitzsch ex Ralfs f. *biconvexum* (Schmidle) Kossinskaja, Fl. Spor. Rast. SSR. 5: 150, pl. IX: fig. 6. 1960. TIPO: AUSTRIA. Oetztaler, Alpes.

Células rectas, polos redondeados a truncados, se adelgazan gradualmente hacia los ápices, 45.0-54.0 μm diámetro, 250.0-268.0 μm largo, relación largo:diámetro 5 veces, curvatura 30° - 40° de arco, pared dorsal y ventral convexas, región media amplia, vacuolas terminales con gránulos de yeso en número variable; **cloroplasto** 10 costillas longitudinales, pirenoides 9-10 no alineados; **pared celular** lisa (con objetivos de inmersión se observan puntos finos). Fig. 42.

Distribución. Europa y Estados Unidos. En México sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. OAXACA: **Dto. Teotitlán:** carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 226), (FCME-PAP 227). PUEBLA:

Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 4), ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277).

Hábitat. Planctónica en aguas estancadas. En el Valle crece como planctónica y epipélica formando parte de natas, céspedes filamentosos, crecimientos hemisféricos y perifiton en charcos, canales y arroyos, temperatura del agua: 20-27 °C, pH 6.0-7.0.

Closterium moniliferum Ehrenberg ex Ralfs. Brit. Desm. 166, pl. XXVIII, fig. 3. 1848. TIPO: INGLATERRA. Gran Bretaña (sintipos varios), ALEMANIA. *Ehrenberg, Kützing, Corda* (sintipos), FRANCIA. *Brébisson* (sintipo), ESTADOS UNIDOS. *Bailey* (sintipo).

Células arqueadas, con margen ventral recto, 55.0-60.0 µm diámetro, 340.0-390.0 µm largo, relación largo:diámetro: 7 veces, curvatura 75° de arco, atenuadas hacia los polos redondeados, ligeramente curvos; vacuolas terminales con 7-8 gránulos de yeso; **cloroplasto** 5 costillas, longitudinales, pirenoides 8, alineados; **pared celular** lisa. Fig. 43.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. PUEBLA: **Mpio. Tlacotepec de Benito Juárez:** Tlacotepec, a la orilla de la carretera Puebla-Tehuacán, un estanque, temporal con abundante materia orgánica, agua turbia, con sustrato lodoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 284).

Hábitat. Planctónica de aguas estancadas. En el Valle crece como planctónica en charcos, temperatura del agua: 32 °C, pH 7.0.

Closterium parvulum Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 106, pl. VI:C, fig. 2. 1849. TIPO: SUIZA. Zürich.

Células arqueadas, margen ventral curvo, 14.0-22.2 µm diámetro, 89.4-135.6 (-228.0) µm largo, relación largo:diámetro: 6-11 veces, curvatura: 150°-165° de arco; ápices gradualmente atenuados, polos redondeados, vacuola terminal con 3-4 gránulos de yeso; **cloroplastos** casi masivos con costillas ligeras, pirenoides 3-5, alineados; **pared celular** lisa. Fig. 44.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla,

Ejemplares examinados. OAXACA: **Dto. Teotitlán:** carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 226), (FCME-PAP 227). PUEBLA: **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 184), (FCME-PAP 188).

Hábitat. Planctónica y metafítica en aguas estancadas. En el Valle crece como epífita, epilítica y epipélica formando parte de perifiton y céspedes filamentosos en lagos y arroyos, temperatura del agua: 21-27 °C, pH 6.0-7.0.

DESMIDIACEAE Ralfs

Talos unicelulares, coloniales o pseudofilamentosos, semicélulas unidas por un itsmo, la formación y crecimiento de las semicélulas hijas se realiza sin zonas de elongación intermedias; **cloroplastos** 1-varios, masivos en cada semicélula; **pared celular** lisa, fina o gruesamente ornamentada con espinas, gránulos o verrugas, además de poros de mucílago. **Reproducción sexual** por conjugación que se realiza en un mucílago común y cada protoplasto se convierte en un aplanogameto, la cigospora resultante puede ser libre o fija entre las paredes de las células gametangiales.

Diversidad. Familia con 47 géneros y más de 4000 especies en el mundo (Bourrelly, 1972), 21 géneros y 197 especies en México, 1 género con 5 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

1. *COSMARIUM* Corda ex Ralfs

1. *COSMARIUM* Corda ex Ralfs, Brit. Desm. 91. 1848.

Células solitarias con una constricción en la parte media (seno) bien marcada y un itsmo bien definido; margen con senos abiertos o cerrados, semicélulas enteras, sin proyecciones celulares como lóbulos o ramas; vista apical bipolar, elíptica, semicircular o casi circular, reniforme o triangular y en ocasiones con una protuberancia en el centro; **cloroplastos** 1-varios en cada semicélula, pirenoides 1-varios; **pared celular** lisa o con ornamentaciones como verrugas, gránulos, espinas cortas.

Discusión. Bourrelly (1972) y Prescott *et al.* (1981) consideran que es un género artificial con más de 2000 especies.

Diversidad. Krieger & Gerloff (1962) mencionan cerca de 1000 especies con 1500 variedades, 128 especies en México, 5 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Células con pared granulosa. | <i>C. formosulum</i> |
| 1. Células con pared lisa. | |
| 2. Márgenes laterales ondulados. | <i>C. garrolense</i> |
| 2. Márgenes laterales rectos. | |
| 3. Semicélulas hexagonales. | <i>C. polygonum</i> f. <i>rectum</i> |
| 3. Semicélulas no hexagonales. | |
| 4. Polos truncado-redondeados, células hasta 19.0 µm largo. | <i>C. angulosum</i> |
| 4. Polos truncados a agudos, células de 32.0-46.0 µm largo. | <i>C. granatum</i> |

Cosmarium angulosum Brébisson, Mém. Soc. Imp. Sc. Nat. Cherburg 4: 127, pl. I, fig. 17. 1856. TIPO: FRANCIA. Alençon, Falaise.

Células pequeñas, ligeramente más largas que anchas, 14.0-14.5 μm diámetro, 18.0-19.0 μm largo, 5.0 μm diámetro del istmo, semicélulas no exagonales, seno profundo, ápice truncado-redondeado, ángulos basales ligeramente redondeados, márgenes laterales rectos, vista lateral subcircular, vista apical elíptica; **cloroplasto** 1, pirenoide 1 en cada semicélula; **pared celular** lisa. Fig. 45.

Distribución. Cosmopolita. En México sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 203).

Hábitat. Metafítica y perifítica que crece en turberas, lagos y ríos. En el Valle crece como metafítica formando parte de perifiton en ríos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

Cosmarium formosulum Hoffmann, Vid. Medd. Naturh. For. Kjøbenhavn 1888: 194, pl. VI: figs. 6,7. 1888. TIPO. DINAMARCA. Bornholm.

Células 39.6-46.0 μm diámetro, 46.0-50.0 μm largo, 2.0 μm diámetro del istmo, seno profundo con la parte más interna ligeramente engrosada en el interior, cerrado en el exterior hacia los ángulos basales de la semicélula trapecoidal a semicircular con ángulos redondeados, margen convexo 6-7 crenado, ligeramente emarginado, las crenaciones superiores son bigranuladas, ápice truncado con 4-5 ondulaciones; vista frontal con hileras pareadas de gránulos desde el margen hacia la parte media, en la parte baja de las semicélulas las filas son sencillas con dos abultamientos de 5 hileras de gránulos verticales; en vista lateral, las semicélulas son ovales con gránulos marginales, especialmente en la zona cerca de la base de la semicélula, la vista apical es oval, con abultamientos leves, granulares en la parte media de cada lado; **cloroplastos** 2, pirenoides 2 en cada semicélula; **pared celular** granulosa. Fig. 46.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado para los estados de Oaxaca y Puebla

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 227); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010). PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024).

Hábitat. Metafítica en aguas corrientes. En el Valle crece como epipsámica, planctónica y epipélica formando parte de espumas, natas y perifiton en

ambientes mixtos, ríos y arroyos, temperatura del agua: 26-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 ups.

Cosmarium garrolense Roy & Bissett, Ann. Scot. Nat. Hist. 3: 101. 1894, pl. II: fig. 4. 1894. TIPO: INGLATERRA. Kincardine-Den of Garrol, Forfar-Clova Tableland.

Células pequeñas, 24.0 µm diámetro, 29.0-31.0 µm largo, 8.0 µm diámetro del istmo, seno profundo y cerrado, semicélulas angulares de trapeciformes a casi hexagonales, ángulos basales redondeados, márgenes laterales con 4 ondulaciones, ápice amplio y recto, vistas laterales y apicales elípticas; **cloroplasto** 1, pirenoide 1 en cada semicélula; **pared celular** lisa, finamente punteada. Fig. 47.

Distribución. Cosmopolita. En México sólo se ha registrado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 227). PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica en estanques y turberas. En el Valle crece como planctónica, epífita, epipélica y epilítica formando parte de natas, perifiton y céspedes filamentosos en lagos, arroyos y ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-27 °C, pH 6.0-7.0.

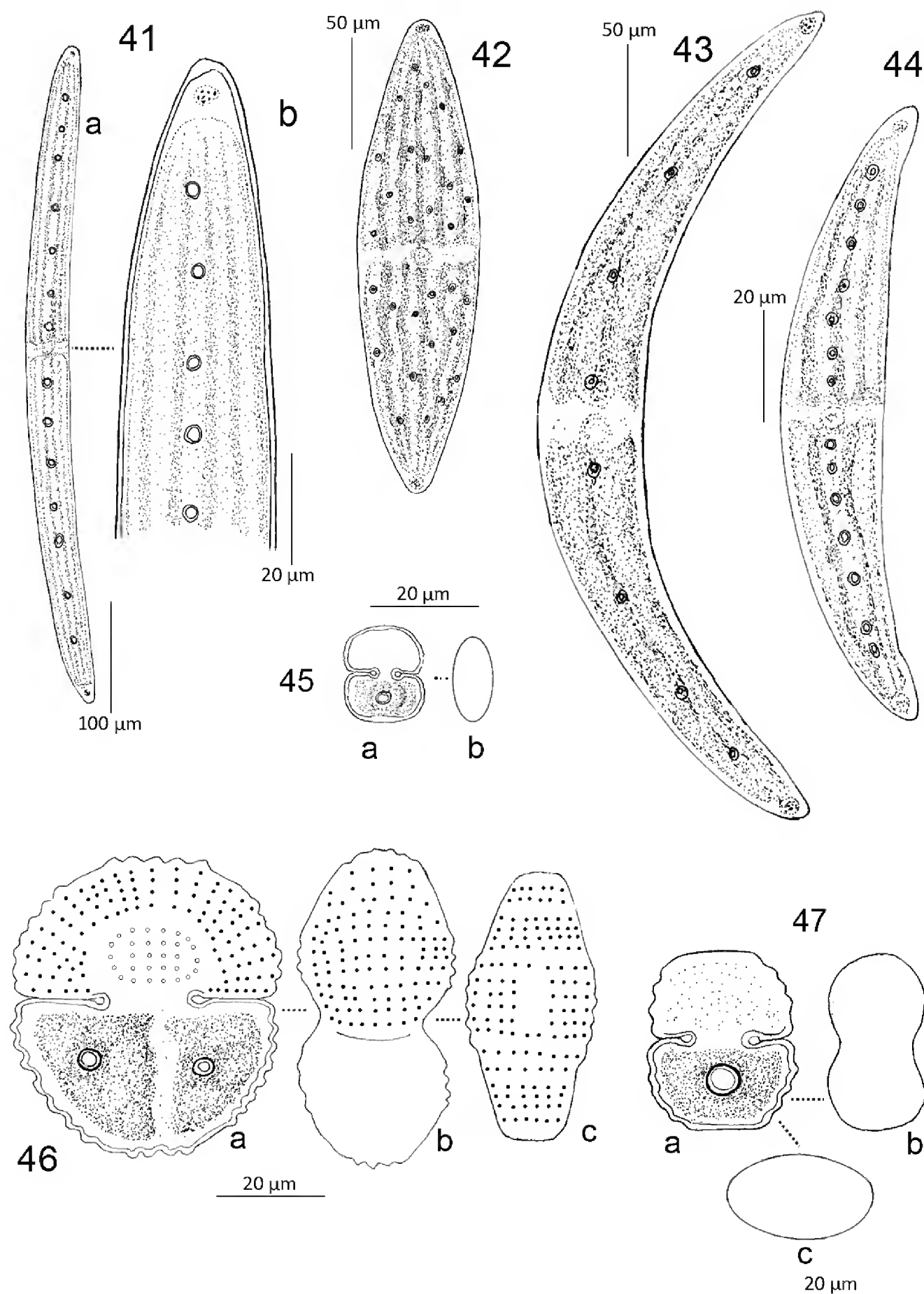
Cosmarium granatum Brébisson, Brit. Desm. 96, pl. XXXII, fig. 6. 1848. TIPO: INGLATERRA. Gran Bretaña: Dolgelley y Penzance, *Ralfs* (sintipo), Bristol, *Thwaites* (sintipo); FRANCIA. Falaise, *Brébisson* (sintipo).

Células pequeñas, 27.0-29.0 µm diámetro, 32.0-46.0 µm largo, 10.0 µm diámetro del istmo, seno cerrado, semicélulas no hexagonales, con polos truncados a agudos, los ángulos basales redondeados a subrectangulares, lados casi paralelos en la parte basal y convergen en un ápice, en vista lateral elíptico-ovadas, sin engrosamientos; **cloroplasto** 1, pirenoide 1 en cada semicélula, mediano; **pared celular** lisa, finamente punteada. Fig. 48.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Tamaulipas.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 227); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable, cauce 2.0-3.0 m de ancho, charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010), (FCME-PAP 1017).

Hábitat. Planctónica de lagos y cuerpos de agua estancada. En el Valle crece como epipsámica y epipélica formando parte de céspedes filamentosos, perifiton, películas filamentosas y tapetes en ambientes mixtos y arroyos, temperatura del agua: 26-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 ups.



Figuras 41-47. Chlorophyta. Desmidiaceae. 41. *Closterium acerosum*. -a. Célula completa. -b. Ápice de la célula. 42. *Closterium lunula* var. *biconvexum*. 43. *Closterium moniliferum*. 44. *Closterium parvulum*. 45. *Cosmarium angulosum*. -a. Vista frontal. -b. Vista apical. 46. *Cosmarium formosulum*. -a. Vista frontal. -b. Vista lateral. -c. Vista apical. 47. *Cosmarium garrolense*. -a. Vista frontal. -b. Vista lateral. -c. Vista apical.

Cosmarium polygonum (Nägeli) Archer f. *rectum* Bicudo, Syn. North Amer. Desm. Part II, Sec. 3: 228, pl. CCXVI, fig. 10, 1981. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Florida.

Células pequeñas, 11.5-12.6 μm diámetro 12.8-14.6 μm largo, 3.4 μm diámetro del istmo, con un seno profundo, cerrado, que alcanza un tercio del diámetro de la célula, semicélulas hexagonales, márgenes laterales rectos, ángulos de las semicélulas redondeados, no prominentes, con un engrosamiento cónico central, en vista lateral ovales, en vista apical subelípticas; **cloroplasto** 1, pirenoide 1, en cada semicélula; **pared celular** lisa. Fig. 49.

Distribución. Estados Unidos y México. En México sólo se conoce el material del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184).

Hábitat. Planctónica de estanques. En el Valle crece como epífita y planctónica formando parte de perifiton y natas en lagos, temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0

CHAROPHYCEAE Rabenhorst

CHARALES Dumortier

Bibliografía. Dambska, I. 1964. *Charophyta*. Warszawa: Panstowowe Wydawnictwo Naukowe. 125 p. Proctor, V.W. 1980. Historical biogeography of *Chara* (Charophyta): an appraisal of the Braun-Wood classification plus a falsifiable alternative for future consideration. *J. Phycol.* 16: 218-233. Sámano Bishop, A. 1932. *Chara tehuacanensis* Sámano ad interim. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México* 3: 233-234. Wood, R.D. & Imahori, K. 1964. *A revision of the Characeae. Iconograph of the Characeae*. Weinheim: J. Cramer. 795 p. + 395 láminas. Wood, R.D. 1965. *A revision of the Characeae. Monograph of the Characeae*. Weinheim: J. Cramer. 904 p.

Talos filamentosos 1-multiseriados con crecimiento apical, diferenciación en nodos e internodos, zonas meristemáticas parenquimatosas, eje principal fijo al sustrato por rizoides con crecimiento indeterminado, internodos formados por una sola célula, cubierta o no por una corteza de células alargadas, los nodos son discos pluricelulares con células nodales centrales rodeadas de células nodales pericentrales que dan origen a ramas de crecimiento determinado y dispuestas en verticilos. **Células** con **cloroplastos** numerosos, parietales, discoides, pirenoides ausentes. **Multiplificación** vegetativa por bulbillos rizoidales y crecimiento estolonífero. **Reproducción sexual** oógama con células estériles rodeando anteridios y oogonios; oogonio formado por la oosfera rodeada de células helicoidales; anteridio esférico, con 8 células o escudos triangulares de borde dentado; un grupo 8 pedículos radiantes unen los escudos con la extremidad central del pedículo del anteridio que a la vez lo une al talo, en cada pedículo se forman grupos de anteridios filamentosos que origi-

nan cerca de 200 anterozoides, reproducción monoica o dioica. **Ciclo de vida** haplobiéntico.

Diversidad. Orden con 1 familia, 6 géneros y cerca de 80 especies, más de 400 categorías infraespecíficas actuales, 2 géneros y 82 especies en México, 1 género y 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CHARACEAE Agardh

Única familia del orden, con las características del mismo.

1. *CHARA* L.

1. *CHARA* L., Sp. Pl. 2: 1753. 1753.

Talos con incrustaciones calcáreas, por lo que son frágiles y quebradizos, ejes y ramas bien desarrollados y a menudo corticados, sólo con un eje lateral por nodo sobre el eje principal; **estipuloides** rodeando la base del verticilo en las axilas son haplostéfanos o diplostéfanos; **corticación** haplóstica, diplóstica o triplóstica. **Reproducción sexual** por **oogonios** con una corona de 5 células, oogonios debajo de los **anteridios**. Talos dioicos y monoicos.

Discusión. Sámano describió *Chara tehuacanensis* en 1933, pero para Wood (1965) se trata de una especie dudosa y poco conocida (no ha sido registrada desde su descripción) de la cual no hay material tipo preservado y probablemente se trate de *C. vulgaris* L. Algas tanto de ambientes dulceacuícolas como salobres costeros.

Diversidad. En *AlgaeBase* (2012) se registran 1095 nombres específicos e infraespecíficos. Sólo 151 son taxonómicamente válidos. Bourrelly (1972) menciona que existen sólo 19 especies, 35 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

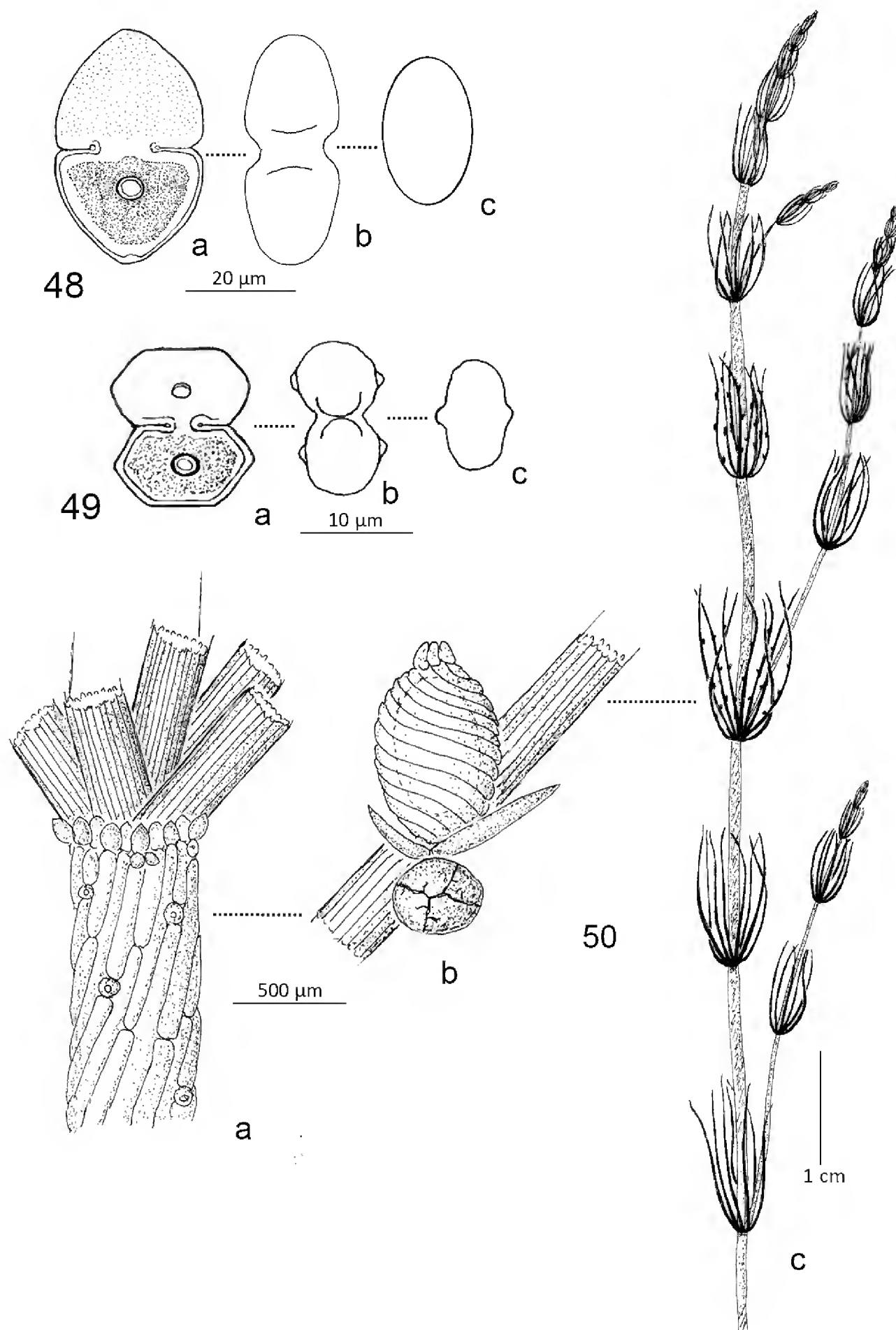
Chara globularis Thuillier, Fl. des environs de Paris, ed. 2: 472. 1799. TIPO: FRANCIA. “in aquis pigris”.

Talos largos hasta 10.0 cm largo, verde olivo, frágiles y duros, eje principal delgado 648.0 µm diámetro, hasta 2.0 cm largo en los internodos, triplóstico, con espinas solitarias muy pequeñas 30.0 µm diámetro, globulares; **estipuloides** diplostéfanos, globulares, 100.0 µm diámetro; rámulas 8-9, hasta 1.5 cm largo, por verticilo formados por 8-9 células, rectos a conniventes; bractéolas 2, 150.0 µm diámetro, hasta 800.0 µm largo, de longitud menor que el oogonio. **Oogonio** solitario de 700.0 µm diámetro, 1100.0 µm largo, con corona y 14 giros de las células corticales; **anteridio** esférico, 470.0 µm diámetro, 8 células escudadas. Talo monoico. Fig. 50.

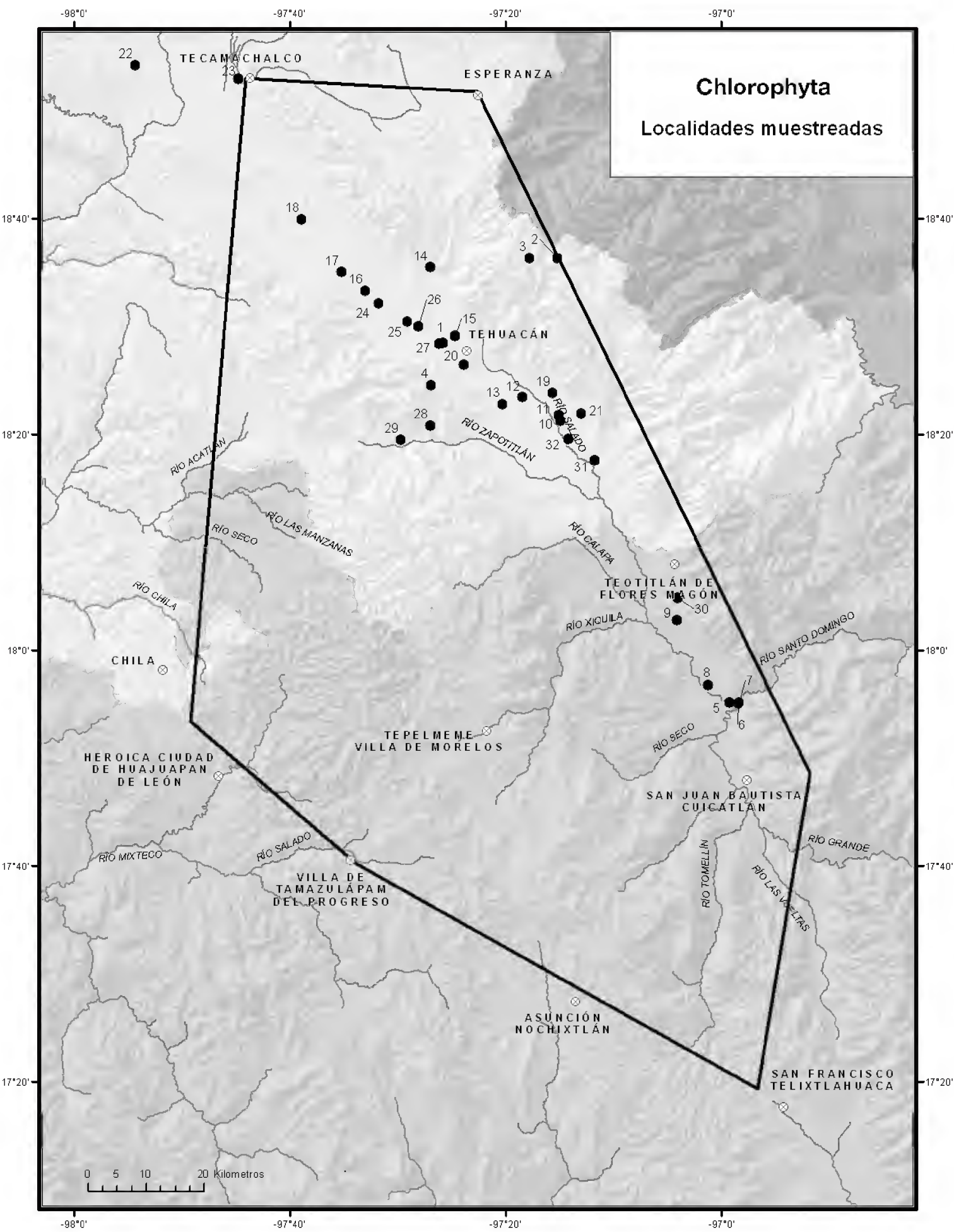
Distribución. Europa y Norteamérica. En México se ha registrado de los estados de Chihuahua, Durango, Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. **OAXACA: Dto. Teotitlán:** Río Salado, cauce del río Salado, sustrato pedregoso y con abundante limo, charcos aislados con agua muy turbia, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 217). **PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m ancho, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 202), *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 989).

Hábitat. Bentónica, epipsámica o epilítica en aguas corrientes o estancadas. En el Valle crece como epilítica, epipélica y epipsámica formando crecimientos de macrofitas y en céspedes filamentosos en arroyos, ríos y charcos, temperatura del agua: 21-34 °C, pH: 6.0-8.6.



Figuras 48-50. Chlorophyta. Desmidiaceae. 48. *Cosmarium granatum*. -a. Vista frontal. -b. Vista lateral. -c. Vista apical. 49. *Cosmarium polygonum* f. *rectum*. -a. Vista frontal. -b. Vista lateral. -c. Vista apical. Charales. 50. *Chara globularis*. -a. Nudo. -b. Oogonio y anteridio. -c. Vista general del talo.



GLOSARIO

- Acinetos:** células de reposo, con acumulación de sustancias de reserva; son de talla mayor que las células vegetativas y cubiertas por una pared celular gruesa y de capas múltiples, en ocasiones ornamentada.
- Alternancia de generaciones:** presencia de dos talos conspicuos, uno haploide y otro diploide; si la morfología de los talos es distinta se denomina heteromórfica, si la morfología es similar entonces es isomórfica.
- Anisogamia:** fusión de dos gametos desiguales (anisogametos), generalmente el gameto femenino es ligeramente mayor o el gameto masculino ligeramente más móvil.
- Aplanogameto:** gameto sin flagelos, isógamo morfológicamente e iso-, aniso- u óogamo funcionalmente. Presentes en Desmidiales
- Aplanosporas:** esporas no móviles, producidas por la división del protoplasto de la célula esporangial; no poseen flagelo pero poseen las características de las células flageladas, como las vacuolas contráctiles y los estigmas.
- Autocenobios:** grupo de células hijas producidas en la pared materna con apariencia similar al cenobio de células maduras.
- Autosporas:** esporas no móviles producidas dentro de la célula materna con la misma morfología de la célula materna.
- Axonema:** estructura axial de los flagelos en su parte externa a la célula, formada por 9 pares de microtúbulos periféricos y dos pares centrales.
- Bractéolas:** en Charophyceae, cada uno de los filidios que se disponen al lado de los anteridios y los oogonios.
- Células chlamydomonádaceas:** células con características generales de las células de *Chlamydomonas*: con flagelos apicales iguales, cloroplasto en forma de copa, pirenoide, estigma y vacuolas contráctiles.
- Células rizopodiales:** células que tienen la capacidad de formar extensiones citoplasmáticas de tipo ameboide.
- Cenobio:** agrupaciones celulares de una misma generación y con formas definidas.
- Cenocitos:** una célula multinucleada, generalmente grande, sin septos. En muchos casos constituye el talo del alga.
- Cenocistos:** quistes multinucleados.
- Ciclo de vida diplobiéntico:** ciclo de vida con dos individuos distintos. Isomórfico si los individuos son morfológicamente iguales o heteromórfico si son morfológicamente desiguales. Ver alternancia de generaciones.
- Ciclo de vida haplobiéntico:** ciclo de vida con un individuo vegetativo predominante, haploide. El cigoto es la única fase diploide del ciclo.
- Colonia:** agrupaciones celulares de varias generaciones, con o sin forma definida.
- Corticación diplóstica:** corteza de los entrenudos de las Charophyceae formada por un número de filas de células que es el doble de los filidios en el verticilo inmediato superior.
- Corticación haplóstica:** corteza de los entrenudos de las Charophyceae formada por una hilera de células, que es la misma que la de los filidios del verticilo inmediato superior.

Corticación triplóstica: corteza de los entrenudos de las Charophyceae formada por un número de filas de células que es el triple de los filidios en el verticilo inmediato superior.

Crenación: muesca, hendidura.

Cultivos de suelo húmedo: cultivos obtenidos de una muestra de suelo húmedo o lodo litoral de cuerpos de agua.

Cultivos de suelo seco: cultivos obtenidos de una muestra de suelo seco.

Dermoide: con una secreción que recubre los rizoides, lo que aumenta su adhesión al sustrato.

Desmoesquisis, división desmoesquísica: una secuencia regular de cariocinesis, citocinesis y depositación de material de la pared celular de las células hijas que se mantienen en relación cercana y durante un período relativamente largo con la pared materna.

Diplostéfano: en Charophyceae, que presentan una doble serie de estipuloides en la base de cada verticilo.

Distromático: formado por dos capas de células.

Ejemplares examinados: en el caso de las algas microscópicas, las referencias de herbario FCME-PAP corresponden a muestras en recipientes con volúmenes de 3 a 30 ml (o más). Los ejemplares presentes en ellos pueden ser uno o varios miles. Por ello, en todos los casos se ha revisado más de un ejemplar por muestra.

Eleuterosquisis, División eleuterosquísica: multiplicación por células aisladas. En Chlorophyta se refiere a la presencia de pared celular nueva en cada célula hija.

Emarginado: muescas poco profundas, generalmente en los ápices.

Esporocito: célula productora de esporas.

Estados palmella: estadio de células que se mantienen separadas entre sí pero reunidas dentro de un mucílago común, semejante a *Palmella*, una Tetrasporal.

Estigma: organelo fotosensible, generalmente rojo o rojizo, constituido de lípidos con carotenoides, en las Chlorophyta es intraplastidial.

Estipuloides: semejante a una estípula; célula que se aísla en el nudo basal del verticilo. Los estipuloides no tienen división transversal, pero sí pueden ser subdivididos en dos o tres células.

Filamentos multiseriados: filamentos compuestos por varias hileras de células producto de la división longitudinal de zonas meristemáticas, apicales, intercalares o basales.

Filamentos uniseriados: filamentos formados por una hilera de células

Filidios: análogos a hojas, en Charophyceae se refiere a las estructuras filamentosas que forman los verticilos.

Flagelos isocontos: flagelos de la misma o casi la misma longitud.

Grados de arco: grado de curvatura de las células de Closteriaceae, tomando como referencia la mayor coincidencia de la curva exterior a la circunferencia y la amplitud del arco correspondiente.

Haplostéfano: en Charophyceae, que presentan una serie sencilla de estipuloides en la base de cada verticilo.

Heteropolaridad: diferencia morfológica presente en células, filamentos o talos que distingue una parte basal (generalmente fija) de una apical (libre o erecta).

Heterotálico: organismos que producen gametos con incompatibilidad si provienen de la misma planta.

Heterótrico: talo formado por dos tipos de filamentos, unos postrados y otros erectos.

Isogamia: fusión de gametos iguales (isogametos), se diferencian como (+) o (-) y no como masculino y femenino.

Itsmo: parte estrecha de las células de una desmicias que une a las dos semicélulas.

Mastigonema: proyecciones laterales de los flagelos con estructura interna asociada al axonema. Le confieren a los flagelos una apariencia plumosa.

Meiosis cigótica: la meiosis que se realiza como primera división del cigoto.

Monostromático: formado por una sola capa de células.

Meiosporas: esporas producto de una división meiotica.

Multiplicación: reproducción asexual.

Oogamia: fusión de dos gametos desiguales (oogametos), generalmente el gameto femenino es mayor o totalmente inmóvil, mientras que el gameto masculino es pequeño o móvil.

Papila flagelar: protuberancia de la pared celular entre los flagelos.

Pedículo: proyección de la pared celular sin contenido protoplasmático, generalmente en organismos sésiles.

Pirenoide: en las Chlorophyta, estructura dentro del cloroplasto que contiene la enzima RuBisCO; los polisacáridos se sintetizan dentro del cloroplasto o en su cercanía y forman cojinetes que se adhieren en su superficie.

Pseudodicotomías: en una ramificación lateral en la que el eje principal cesa el desarrollo y las ramas crecen vigorosamente. La ramificación entonces toma el aspecto de una dicotomía. En Cladophorales, el septo vertical de una rama cambia de posición respecto del septo de la célula del eje y toma el aspecto de una dicotomía.

Pseudoflagelos: proyecciones mucilaginosas densas, con apariencia de flagelos.

Pseudoparénquimas: agrupación celular compuesto de filamentos o paquetes de células fuertemente reunidos y cuya apariencia en sección transversal semeja un parénquima.

Quiescencia: pérdida de la movilidad de las células flageladas, que produce o inicia una fase del ciclo de vida. En las algas unicelulares es equivalente a la germinación de las zoosporas o cigotos flagelados.

Rizoides: filamentos de células o proyecciones filamentosas de la pared celular, unicelulares o multicelulares que están asociadas a la fijación del talo en el sustrato.

Sarcina: talo compuesto por paquetes de células ordenados en tres direcciones.

Semicélulas: en las Desmidiaceae se refiere a la mitad de una célula, generalmente las semicélulas son idénticas especularmente.

Seno: constricción mediana a cada lado del istmo de las Desmidiaceae.

Seta: prolongación filiforme del talo, sin núcleo ni septo de la célula que lo produce. También se aplica a células con base globosa y proyecciones filiformes.

Simetría especular: Imagen como en un espejo, una tipo de simetría bilateral en la que cada parte es imagen invertida de la otra.

Sincenobios: agrupaciones formadas por cenobios, sin forma definida.

Talo: relacionado con las Chlorophyta, se refiere al cuerpo del organismo. Puede ser unicelular o multicelular.

Vaina: capas mucilaginosas, firmes o acuosas, delgadas o firmes que rodean las células y agrupaciones celulares; es formada por la célula, no por la pared celular.

Verticilo: ramificación en las que las ramas emergen a un mismo nivel del eje principal.

Zonas de elongación: en Closteriaceae se refiere a la zona de crecimiento de la pared celular que se muestra como estrías o franjas longitudinales.

Zoospora: espora flagelada, producto de la división sucesiva de células vegetativas. Es haploide si proviene del talo gametofito y diploide si proviene del esporofito.

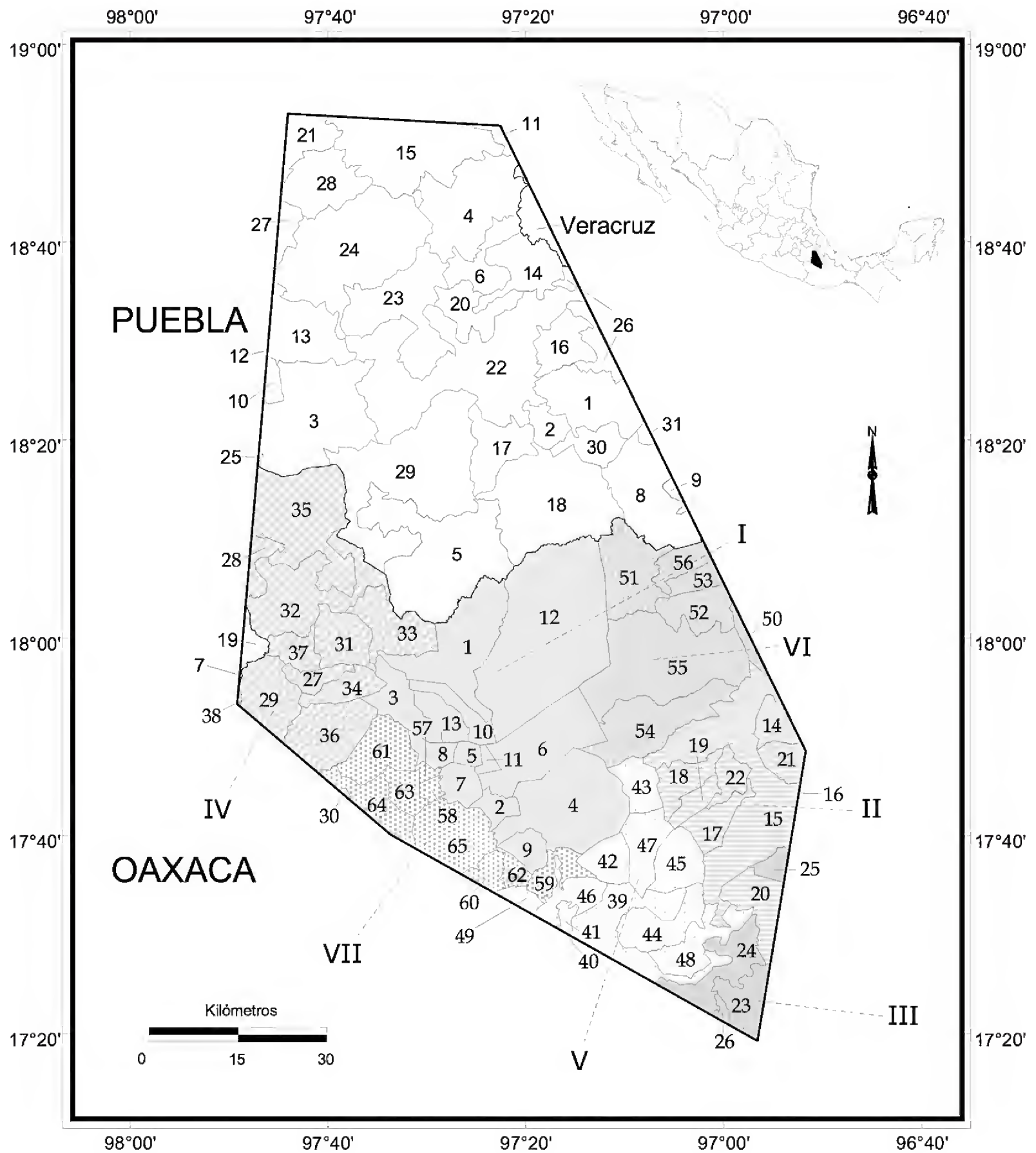
INDICE DE NOMBRES CIENTÍFICOS

- Abundans* 27
Acutudesmus 30
Alcyonella 31
 A. stagnorum 31
Ankistrodesmaceae 32
Ankistrodesmoideae 32
Ankistrodesmus 33
 A. convolutus 33
 var. *obtusus* 33
 A. lunulatus 34
 A. minutissimus 34
Annulina 60
 A. glomerata 60
Aphanochaetaceae 46
Aphanochaete 46, 50
 A. repens 46, 50
Armati 27
Arthrodesmus 19
 A. glaucescens 19
Blidingia 56
Botryococcaceae 12, 13
Botryococcus 13
 B. sudeticus 13
Botryosphaera 13
 B. sudetica 13
Botryosphaerella 13
 B. sudetica 13, 15
Bulbochaete 3, 43
Capsosiphon 56
Chaetophoraceae, 46, 47
Chaetophorales 1, 2, 4, 41, 45, 50, 52
Chantransia 60
 C. glomerata 60
Chara 74, 75
 C. globularis 75, 77
 C. tehuacanensis 74, 75
 C. vulgaris 75
Characeae 74, 75
Characiaceae 12, 14
Characiopsis 16
 C. subulata 16
 var. *ensiforme* 16
Characium 14
 C. ambiguum 14
 C. apiculatum 14
 C. coronatum 14
 C. ensiforme 14, 23
 C. tenue 14
Charales 4, 74, 77
Charophyceae 3, 74, 79, 80
Charophyta 3, 74
Chlamydocapsa 8, 25, 26
 C. ampla 8, 15, 26
Chlamydomonadaceae 5
Chlamydomonas 5, 7, 8, 11, 26, 79
 C. communis 6
 C. snowiae 6, 15
Chlamydoephyceae 41
Chlorella 10, 16, 17
 C. regularis 20
 C. vulgaris 17, 23
 C. zofingiensis 10, 18
Chlorellaceae 12, 16, 32
Chlorellales 3, 4, 12, 13, 15, 23, 29, 34, 37
Chlorococcaceae 11
Chlorococcales 1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 15, 22, 23, 34, 41, 42
Chlorococcum 11
 C. nova-angliae, 11, 15
Chlorokybales 41
Chlorophyceae 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 13, 22, 41, 43, 59
Chlorophycota 2
Chlorophyta 1, 2, 4, 10, 15, 22, 23, 29, 37, 41, 44, 50, 52, 57, 59, 63, 65, 73, 74, 77, 78, 80, 81, 82
Chlorosarcinaceae 41
Chlorosarcinales 4, 41, 42, 44, 46
Chlorosarcinopsis 41, 44
 C. bastropiensis 42, 44
Cladophora 14, 47, 56, 59, 60
 C. glomerata 60, 63
 C. rivularis 60, 62, 63
Cladophoraceae 59
Cladophorales 1, 2, 4, 34, 59, 63, 65, 81
Cladophorophyceae 3, 59
Closteriaceae, 67, 80, 82
Closterium 67

- C. acerosum* 67, 68, 73
C. lunula 67, 68, 73
 var. *biconvexum* 67, 68, 73
 f. *biconvexum* 68
C. moniliferum 68, 69, 73
C. parvulum 68, 69, 73
Coccomyxa 26
Codiolales 53
Codiolophyceae 53
Coelastraceae 12, 19
Coelastrum 19
 C. microporum 20, 23
 C. robustum 20
Coenococcus 24
 C. fottii 24
 C. planctonicus 25
Conferva 60
 C. glomerata 60
 C. hieroglyphica 62
 C. nana 48
 C. reticulata 36
 C. rivularis 62
 C. stagnorum 45
 C. tenerrima β *stagnorum* 45
Cosmarium 70
 C. angulosum 70, 71, 73
 C. formosulum 70, 71, 73
 C. garrolense 70, 72, 73
 C. granatum 70, 72, 77
 C. polygonum 70
 f. *rectum* 70, 71, 74, 77
Ctenocladaceae 53
Ctenocladales 4, 51, 57
Cylindrocapsales 1
Desmidiaceae 1, 66, 67, 70, 81, 82
Desmidiales 3, 66, 73, 77, 79
Desmococcus 53
 D. olivaceus 54, 57
Desmodesmus 26, 27
 D. abundans 27, 29
 D. brasiliensis 27, 28, 37
 D. denticulatus 27, 28
 var. *linearis* 27, 28, 37
Dichotomosiphonales 2
Dictyochlorelloideae 22
Draparnaldia 48
 D. sparsa 48
 D. tenue 49
Enteromorpha 56, 58, 59
 E. intestinalis 58
Euastrum 39
 E. ehrenbergii 39
Eutetramorus 24
 E. fottii 24, 29
 E. planctonicus 24, 25, 29
Filoprotococcus 55
Follicularia 35
Gloeocapsa 8
 G. ampla 8
Gloeocystis 8, 22, 24, 25
 G. ampla 8
 G. gigas 8, 9
 G. vesiculosa 26, 29
Gloeodendrales 1
Gloeotilales 43
Gongrosira 53, 54, 55
 G. lacustris 54, 57
Helierella 38
 H. boryana 38
Heterokontophyta 16
Hydrodictyaceae 35
Hydrodictyon 35
 H. pentagonum 36
 H. reticulatum 36, 37
 H. utriculatum 36
Kirchneriella 32, 33
 K. diana 33, 37
 K. lunaris 33
 var. *diana* 33
Lepraria 54
 L. olivacea 54
Leptosiroideae 51
Mesotaeniaceae 1
Micrasterias 39
 M. tetras 39
Microspora 45
 M. stagnorum 45, 50
Microsporaceae 43
Microsporales 1, 4, 43, 50
Mischococcales 16
Monoraphidium 32, 33
 M. minutum 33, 37
Mougeotia 3, 66

- Muriella*** 16, 18
 M. zofingiensis 18, 23
Mychonastes 18
 M. zofingiensis 18
Myxonema 48
 M. nanum 48
Neochloridaceae 34, 35
Neochloris 35
Oedogoniales 1, 4, 43
Oedogonium 3, 43
Oocystaceae 12, 20
Oocystis 21
 O. asymmetrica 22
 O. chodatii 21
 O. crassa 22
 O. parva 21, 23
 O. planctonica 21
 O. rupestris 22
 O. solitaria 21, 23
Palmella 80
Palmellopsidaceae 8
Pandorina 6
 P. mora 7
 P. morum 6, 7, 15
Pediastrum 35, 38
 P. boryanum 38, 44
 var. *boryanum* 38
 var. *brevicorne* 38
 var. *longicorne* 38
 P. ehrenbergii 39
 P. incavatum 39
 P. rotula 39
 P. tetras 38, 39, 44
Peniaceae 66, 67
Percursaria 56
Phytomonadina 4
Placodermae 66
Pleurastrrophyceae 3, 51
Pleurococcus 20, 53
 P. naegelii 54
 P. regularis 20
Polyedrium 19
 P. minimum 19
 P. quadratum 19
Polysperma 60
 P. glomerata 60
Prasiolales 2, 54
Protococcales 2
 Protococcineae 25, 34
 Protococcus 8, 40, 53
 P. botryodes 40
 P. gigas 8
 P. viridis 54
 Protosiphon 40
 P. botryoides 40, 44
 Protosiphonaceae 35, 40
 Protosiphonales 4, 34, 37, 41, 44
 Pseudendoclonium 55
 Pseudoschizomeris 51
 P. caudata 51
 Radiococcaceae 12, 22
 Rhaphidium 33
 R. minutum 33
 Rhizoclonium 60, 62
 R. hieroglyphicum 48, 62, 65
 Scenedesmaceae 12, 26
 Scenedesmus 26, 27, 30, 31
 S. abundans 27
 S. aculeolatus 30
 S. acutus 30, 31, 37
 S. anntenatus 31
 var. *tetradesmiformis* 31
 S. brasiliensis 28
 S. caudatus 27
 f. *abundans* 27
 S. crassus 31
 S. denticulatus 28
 var. *linearis* 28
 S. ecornis 30, 31, 37
 S. quadricauda 27, 31, 32
 f. *abundans* 27
 var. *ecornis* 31
 var. *quadrispina* 27
 S. quadrispina 27
 S. scenedesmoides 31
 S. tetradesmiformis 31
 Scenodesmus 31
 S. quadricaudatus 31
 var. *ecornis* 31
 Schizogoniales 1
 Schizomeridaceae 46, 49
 Schizomeris 49
 S. irregularis 51
 S. leiblenii 51, 52
 Senastraceae 12, 32
 Senastrum 33

- S. minutum* 33
- Siphonales 1, 2, 59
- Siphonocladales 34, 59
- Sphaerello cystis* 8
 - S. ampla* 8
- Sphaerocystis* 24
 - S. schroeteri* 24
- Sphaeropleales 1, 2, 32
- Spirogyra* 3, 66
- Spongiocloris* 35
- Spongiococcum* 41, 42
 - S. tetrasporum* 43, 44
- Stigeoclonium* 47, 48, 55
 - S. nanum* 48, 50
 - f. subsimplex 48
 - S. tenue* 48, 49, 52
- Streptophyta 3
- Tetraedron* 16, 18, 19
 - T. glaucescens* 19
 - T. minimum* 19, 23
 - T. quadratum* 19
- Tetrasporales 1, 2, 3, 7, 10, 15, 25
- Trebouxiophyceae 12, 13
- Trentepohliales 2
- Trichosarcina* 53, 55
 - T. polymorpha* 55, 57
- Ulothricales 1, 2, 43, 53
- Ulothrix* 45
 - U. stagnorum* [stagnora] 45
- Ulva* 56, 58
 - U. intestinalis* 48, 58, 65
- Ulvaceae 56
- Ulvaes 2, 4, 56, 65
- Ulvophyceae 3, 51, 56
- Uronema* 51
 - U. indicum* 51
- Volvocaceae 5, 6
- Volvocales 1, 3, 4, 15
- Volvox* 7
 - V. morum* 7
- Xanthophyceae 16
- Zygnemataceae 1, 3
- Zygnematales 1, 3, 66
- Zygnematophyceae 3, 66



OAXACA

DISTRITO	MUNICIPIO	No.
I Coixtlahuaca	Concepción Buenavista	1
	San Cristóbal Suchixtlahuaca	2
	San Francisco Teopan	3
	San Juan Bautista Coixtlahuaca	4
	San Mateo Tlapiltepec	5
	San Miguel Tequixtepec	6
	San Miguel Tulancingo	7
	Santa Magdalena Jicotlán	8
	Santa María Nativitas	9
	Santiago Ihuitlán Plumas	10
	Santiago Tepetlapa	11
	Tepelmeme Villa de Morelos	12
	Tlacotepec Plumas	13
II Cuicatlán	Concepción Pápalo	14
	San Juan Bautista Cuicatlán	15
	San Juan Tepeuxila	16
	San Pedro Jaltepetongo	17
	San Pedro Jocotipac	18
	Santa María Texcatitlán	19
	Santiago Nacaltepec	20
	Santos Reyes Pápalo	21
III Etla	Valerio Trujano	22
	San Francisco Telixtlahuaca	23
	San Jerónimo Sosola	24
	San Juan Bautista Atatlahuaca	25
IV Huajuapam	Santiago Tenango	26
	Asunción Cuyotepeji	27
	Cosoltepec	28
	Ciudad de Huajuapam de León	29
	San Andrés Dinicuiti	30
	San Juan Bautista Suchitepec	31
	San Pedro y San Pablo Tequixtepec	32
	Santa Catarina Zapotitlán	33
	Santa María Camotlán	34
	Santiago Chazumba	35
	Santiago Huajolotitlán	36
	Santiago Miltepec	37
	Zapotitlán Palmas	38

DISTRITO	MUNICIPIO	No.
V Nochixtlán	Asunción Nochixtlán	39
	San Andrés Sinaxtla	40
	San Juan Yucuita	41
	San Miguel Chicaua	42
	San Miguel Huautla	43
	San Pedro Coxcaltepec Cántaros	44
	Santa María Apazco	45
	Santa María Chachoapan	46
	Santiago Apoala	47
	Santiago Huaucilla	48
	Santo Domingo Yanhuitlán	49
VI Teotitlán	Mazatlán Villa de Flores	50
	San Antonio Nanahuatipam	51
	San Juan de Los Cues	52
	San Martín Toxpalan	53
	Santa María Ixcatlán	54
	Santa María Tecomavaca	55
	Teotitlán de Flores Magón	56
VII Teposcolula	La Trinidad Vista Hermosa	57
	San Antonio Acutla	58
	San Bartolo Soyaltepec	59
	San Juan Teposcolula	60
	San Pedro Nopala	61
	Santo Domingo Tonaltepec	62
	Teotongo	63
	Villa de Tamazulapam del Progreso	64
	Villa Tejupam de la Unión	65

PUEBLA

MUNICIPIO	No.	MUNICIPIO	No.
Ajalpan	1	San Gabriel Chilac	17
Altepexi	2	San José Miahuatlán	18
Atexcal	3	San Miguel Ixtilán	19
Cañada Morelos	4	Santiago Miahuatlán	20
Caltepec	5	Tecamachalco	21
Chapulco	6	Tehuacán	22
Chila	7	Tepanco de López	23
Coxcatlán	8	Tlacotepec de Benito Juárez	24
Coyomeapan	9	Totoltepec de Guerrero	25
Coyotepec	10	Vicente Guerrero	26
Esperanza	11	Xochitlán Todos Santos	27
Ixcaquixtla	12	Yehualtepec	28
Juan N. Méndez	13	Zapotitlán	29
Nicolás Bravo	14	Zinacatepec	30
Palmar de Bravo	15	Zoquitlán	31
San Antonio Cañada	16		

Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 94. Chlorophyta, se terminó de imprimir el 2 de abril de 2012, en los talleres de S y G editores, Cuapinol 52, Col. Pedregal de Santo Domingo, 04369 México, D.F. sygeditorespress@gmail.com. Se tiraron 300 ejemplares sobre papel bond de 90 grs. y las cubiertas en cartulina reciclada concept de 220 grs., el cuidado de la edición estuvo a cargo de los editores.

FASCÍCULOS PUBLICADOS *

	No. Fasc.		No. Fasc.
Acanthaceae Thomas F. Daniel	23	Cytinaceae Leonardo O.	
Achatocarpaceae Rosalinda Medina L.	73	Alvarado-Cárdenas	56
Agavaceae Abisaí García-Mendoza	88	Dioscoreaceae Oswaldo Téllez V.	9
Aizoaceae Rosalinda Medina L.	46	Ebenaceae Lawrence M. Kelly	34
Anacampserotaceae Gilberto Ocampo-Acosta	84	Elaeocarpaceae Rosalinda Medina L.	16
Anacardiaceae Rosalinda Medina L. y Rosa María Fonseca	71	Erythroxylaceae Lawrence M. Kelly	33
Annonaceae Lawrence M. Kelly	31	Fabaceae Tribu Crotalarieae Carmen Soto-Estrada	40
Apocynaceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	38	Fabaceae Tribu Desmodieae Leticia Torres-Colín y Alfonso Delgado-Salinas	59
Araliaceae Rosalinda Medina L.	4	Fabaceae Tribu Psoraleeae Rosalinda Medina L.	13
Arecaceae Hermilo J. Quero	7	Fabaceae Tribu Sophoreae Oswaldo Téllez V. y Mario Sousa S.	2
Aristolochiaceae Lawrence M. Kelly	29	Fagaceae M. Lucía Vázquez-Villagrán	28
Asclepiadaceae Verónica Juárez-Jaimes y Lucio Lozada	37	Fouquieriaceae Exequiel Ezcurra y Rosalinda Medina L.	18
Asphodelaceae J. Gabriel Sánchez-Ken	79	Gentianaceae José Ángel Villarreal-Quintanilla	60
Asteraceae Tribu Plucheeae Rosalinda Medina L. y José Luis Villaseñor-Ríos	78	Gesneriaceae Angélica Ramírez-Roa	64
Asteraceae Tribu Senecioneae Rosario Redonda-Martínez y José Luis Villaseñor-Ríos	89	Gymnospermae Rosalinda Medina L. y Patricia Dávila A.	12
Asteraceae Tribu Tageteae José Ángel Villarreal-Quintanilla, José Luis Villaseñor-Ríos y Rosalinda Medina-Lemos	62	Hernandiaceae Rosalinda Medina L.	25
Asteraceae Tribu Vernonieae Rosario Redonda-Martínez y José Luis Villaseñor-Ríos	72	Hyacinthaceae Luis Hernández	15
Basellaceae Rosalinda Medina L.	35	Hypoxidaceae J. Gabriel Sánchez-Ken	83
Betulaceae Salvador Acosta-Castellanos	54	Juglandaceae Mauricio Antonio Mora-Jarvio	77
Buddlejaceae Gilberto Ocampo-Acosta	39	Julianiaceae Rosalinda Medina L.	30
Burseraceae Rosalinda Medina L.	66	Krameriaceae Rosalinda Medina L.	49
Buxaceae Rosalinda Medina Lemos	74	Lauraceae Francisco G. Lorea Hernández y Nelly Jiménez Pérez	82
Cactaceae Salvador Arias Montes, Susana Gama López y Leonardo Ulises Guzmán Cruz	14	Lennoaceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	50
Calochortaceae Abisaí García-Mendoza	26	Lentibulariaceae Sergio Zamudio-Ruiz	45
Capparaceae Mark F. Newman	51	Linaceae Jerzy Rzedowski y Graciela Calderón de Rzedowski	5
Caprifoliaceae Jose Ángel Villarreal-Quintanilla	58	Loasaceae Lorena Villanueva-Almanza	93
Caricaceae J.A. Lomelí-Sención	21	Loganiaceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	52
Celastraceae Curtis Clevinger y Jennifer Clevinger	76	Malvaceae Paul A. Fryxell	1
Cistaceae Graciela Calderón de Rzedowski y Jerzy Rzedowski	6	Melanthiaceae Dawn Frame, Adolfo Espejo y Ana Rosa López-Ferrari	47
Cleomaceae Mark F. Newman	53	Melastomataceae Carol A. Todzia	8
Convallariaceae Jorge Sánchez-Ken	19	Meliaceae Ma. Teresa Germán-Ramírez	42
Cucurbitaceae Rafael Lira e Isela Rodríguez Arévalo	22	Menispermaceae Pablo Carrillo-Reyes	70
Cyanoprokaryota Eberto Novelo	90	Mimosaceae Tribu Acacieae Lourdes Rico Arce y Amparo Rodríguez	20
		Mimosaceae Tribu Mimoseae Rosaura Grether, Angélica Martínez-Bernal, Melissa Luckow y Sergio Zárate	44

* Por orden alfabético de familia

FASCÍCULOS PUBLICADOS *

	No. Fasc.		No. Fasc.
Molluginaceae Rosalinda Medina L.	36	Salicaceae Ma. Magdalena Ayala y Eloy Solano	87
Orobanchaceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	65	Sambucaceae José Ángel Villarreal-Quintanilla	61
Passifloraceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	48	Sapindaceae Jorge Calónico-Soto	86
Phyllanthaceae Martha Martínez-Gordillo y Angélica Cervantes-Maldonado	69	Sapotaceae Mark F. Newman	57
Phyllonomaceae Emmanuel Pérez-Calix	91	Saxifragaceae Emmanuel Pérez-Calix	92
Plocospermataceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	41	Setchellanthaceae Mark F. Newman	55
Plumbaginaceae Silvia Zumaya-Mendoza	85	Simaroubaceae Rosalinda Medina L. y Fernando Chiang C.	32
Poaceae subfamilias Arundinoideae, Bambusoideae, Centothecoideae Patricia Dávila A. y Jorge Sánchez-Ken	3	Smilacaceae Oswaldo Téllez V.	11
Poaceae subfamilia Panicoideae J. Gabriel Sánchez-Ken	81	Theophrastaceae Oswaldo Téllez V. y Patricia Dávila A.	17
Polygonaceae Eloy Solano y Ma. Magdalena Ayala	63	Thymelaeaceae Oswaldo Téllez V. y Patricia Dávila A.	24
Pteridophyta Ramón Riba y Rafael Lira	10	Turneraceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	43
Pteridophyta II Ernesto Velázquez Montes	67	Urticaceae Victor W. Steinmann	68
Pteridophyta III Pteridaceae Ernesto Velázquez Montes	80	Verbenaceae Dominica Willmann, Eva-María Schmidt, Michael Heinrich y Horst Rimpler	27
		Viscaceae Leonardo O. Alvarado-Cárdenas	75

* Por orden alfabético de familia

